



**Ricardo Jorge Santos
Fidalgo**

**As ciências forenses na sala de aula – exploração de
uma estratégia educativa**



**Ricardo Jorge Santos
Fidalgo**

**As ciências forenses na sala de aula – exploração de
uma estratégia educativa**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para
cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de
Mestre em Biologia Aplicada, realizada sob a orientação científica
do Doutor Luís Souto Miranda, Professor auxiliar do
Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro



Projeto financiado pelo
programa da União Europeia
Erasmus+

Grant Agreement number 2014-1-PT01-KA200-001012

Dedico este trabalho a todas as pessoas que me ajudaram a construir este caminho. Em especial aos meus pais e à minha namorada por sempre me apoiarem e motivarem para que fosse possível concluir mais esta etapa da minha vida.

o júri

presidente	Professora Doutora Maria Adelaide de Pinho Almeida professora Auxiliar c/ Agregação da Universidade de Aveiro
vogal – arguente principal	Professora Doutora Lúcia Maria Teixeira Pombo professora Auxiliar Convidada da Universidade de Aveiro
vogal – orientador	Professor Doutor Luís Manuel Souto de Miranda professor Auxiliar Convidado da Universidade de Aveiro

agradecimentos

O presente trabalho enquadra-se no projeto Euro4Science e pretende divulgar os avanços protagonizados por uma série de atividades desenvolvidas em laboratório para que as mesmas possam ser integradas no sistema de ensino europeu. Agradeço ao professor Doutor Luís Souto Miranda a possibilidade de me integrar neste projeto e todo o apoio prestado, bem como à professora Dra. Rosa Pinho pelo apoio que sempre me prestou ao longo da escrita da dissertação bem como pela reportagem fotográfica que foi realizando ao longo destes meses. Agradeço também à Dra. Helena Moreira e Dra. Filipa Tavares pelo apoio prestado em ambiente laboratorial desenvolvendo pesquisas bibliográficas e testando protocolos para que deles resultassem as versões otimizadas que estão apresentadas neste documento.

palavras-chave

Genética, Ciências forenses, Protocolos laboratoriais, Interdisciplinaridade, Estratégia educativa, Projeto Euro4Science

Resumo

O presente trabalho propõe divulgar a influência da biologia e da genética forense na motivação do aluno perante os conteúdos lecionados no ensino básico e secundário. Pretende também dar exemplos e elaborar novos protocolos para que estes possam ser integrados no plano curricular dos alunos, do ensino básica e secundário. Com o apoio do projeto europeu Euro4Science foram criadas condições para que esses mesmos protocolos fossem testados e otimizados podendo contribuir para um processo de ensino e de aprendizagem inovador e desafiante.

Keywords

Genetics, Forensic Science , Laboratory protocols, Multidisciplinarity, Educational strategy, Euro4Science Project

Abstract

This work has the intention to disclose the influence of biology and forensic genetics in student's motivation towards the content taught in middle and secondary education. It also intends to give examples and develop new protocols so that they can be integrated into the curriculum of the students. With the support of the European project Euro4Science conditions have been created to test and optimize these same protocols in order to innovate and challenge the teaching and learning methods.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Educação e ciências forenses.....	1
1.1.1. Projeto Euro4Science.....	1
1.1.2. O “efeito CSI”	2
1.1.3. Sistema de Ensino Português.....	3
1.1.4. Estudo e Ensino de Ciências e Tecnologia	4
1.1.5. Integração da genética forense na sala de aula	5
1.1.6. Capacidade de Observação.....	7
1.1.7. Investigação da cena do crime	8
1.2. Contextualização de conteúdos.....	8
1.2.1. Genética Forense.....	9
1.2.2. Classificação sistema sanguíneo ABO.....	12
1.2.3. Impressões digitais	13
1.2.4. Princípio de Locard’s.....	14
1.2.5. Tipos de prova	15
1.2.6. Recolha da prova	15
2. Objetivos.....	17
2.1.1. <i>Kit Educacional Forense ou “CSI toolbox”</i>	17
3. Material e métodos	18
3.1. Atividade 1 – Eletroforese em gel	19
3.1.1. Componentes para preparação	19
3.1.2. Fonte de alimentação	22
3.1.3. Elétrodos.....	22
3.1.4. Tampão	23
3.1.5. Gel.....	23
3.2. Atividade 2 – Detecção e classificação de sangue	26
3.2.1. Teste com Fenolftaleína para identificação da presença de sangue.....	27
3.2.2. Classificação sistema ABO em sangue artificial.....	29
3.3. Atividade 3 - Padrões em manchas de sangue.....	31
3.3.1. Deposição de gotas de sangue em diferentes ângulos	32
3.3.2. Deposição de gotas de sangue a diferentes alturas verticalmente.....	34
3.3.3. Descoberta do ponto de impacto.....	34

3.4. Atividade 4 - Impressões digitais	35
3.4.1 Revelação e extração de impressões digitais com pó de grafite e fita-cola	35
3.4.2. Revelação de impressões digitais com vapor de supercola	36
3.4.3. Revelação de impressões digitais com cristais de iodo	37
3.4.4. Extração e estudo das próprias impressões digitais	37
3.5. Avaliação das atividades tratadas – Workshops docentes	38
4. Resultados	40
4.1. Atividade 1 - Eletroforese	40
4.1.1. Componentes para preparação da eletroforese em gel	40
4.1.2. Fonte de alimentação	40
4.1.3. Elétrodos	40
4.2. Atividade 2 - Detecção e classificação de sangue	45
4.2.1. Teste de Fenolftaleína ou método de Kastle-Meyer	45
4.2.2. Classificação sistema AB0 utilizando sangue artificial	48
4.3. Atividade 3 - Padrões em manchas de sangue	50
4.3.1. Deposição de gotas de sangue em diferentes ângulos	52
4.3.2. Deposição de gotas de sangue a diferentes alturas verticalmente	53
4.3.3. Descoberta do ponto de impacto	54
4.4. Atividade 4 - Impressões digitais	54
4.5. Avaliação das atividades tratadas – Workshops docentes	55
5. Conclusões	59
Bibliografia	64
Anexos	67
Anexo 1 - Protocolo para Eletroforese em gel de amido	68
Anexo 2 - Protocolo para Teste da Fenolftaleína ou Método de Kastle-Meyer	72
Anexo 3 - Protocolo para Classificação sistema AB0 com sangue artificial	75
Anexo 4 - Protocolo de Padrões em manchas de sangue artificial	79
Anexo 5 - Protocolo para extração e estudo das próprias impressões digitais	85
Protocolo para revelação e extração de impressões digitais com pó de grafite	87
Protocolo para revelação de impressões digitais utilizando supercola e cristais de iodo	89
Anexo 6 - Questionário realizado aos professores participantes nos <i>workshops</i>	92

Índice de Figuras

Figura 1 - Organização ensino português (adaptada de Ministério da Educação, 2015)	3
Figura 2 - Processo de aprendizagem (Figura adaptada Michaelides P. G., 2015)	5
Figura 3 - Como a informação é processada (adaptado de Bertino & Bertino, 2012).....	8
Figura 4 - Modelo tridimensional apresentado por Watson e Crick (Adaptado de American Chemical Society (ACS) 2009).....	9
Figura 5 - Imagem explicativa do processo de PCR (Adaptado de Bio-rad laboratories, 2015).....	11
Figura 6 - Resumo de trabalho laboratorial (adaptado de An Introduction to Forensic Genetics, 2011).....	12
Figura 7 - Diferentes características de impressões digitais, arcos, espirais e laços (imagem adaptada de Bertino & Bertino, 2012)	14
Figura 8 - Versão teste da caixa de ferramentas CSI	17
Figura 9 - Diferentes categorias onde se inserem as atividades	18
Figura 10 - Moldeira realizada a partir de uma embalagem de manteiga.....	20
Figura 11 - Medidas para execução do pente em diferentes materiais.....	20
Figura 12 - Pente feito com embalagem de shampoo	21
Figura 13 - Alisadores do gel.....	21
Figura 14 - Ligação feita através de crocodilos entre os elétrodos e as pilhas	22
Figura 15 - Pilhas 9V normais e recarregáveis.....	22
Figura 16 - Diferentes elétrodos utilizados	23
Figura 17 - Gel à base de farinha de milho.....	24
Figura 18 - Textura do gel de amido e sua colocação no molde com o pente.....	25
Figura 19 - Diferentes corantes preparados e otimizados	26
Figura 20 - Solução de Kastle-Meyer (antes de ser levada à fervura).....	27
Figura 21 - Mistura entre Kastle-Meyer e Peróxido de hidrogénio	28
Figura 22 – Soluções mimetizando grupos sanguíneos A, B, AB e 0 e os seus respetivos Antissoros	31
Figura 23 - Colocação de amido de milho para realizar “sangue artificial”	32

Figura 24 - Cartão e medição de ângulos para executar protocolo de padrões de sangue com o apoio do placard branco	33
Figura 25 - Fita-cola em alternativa ao placard	33
Figura 26 - Medição da altura para ser depositada a gota de sangue falso	34
Figura 27 - Preparação da atividade de padrões de sangue	35
Figura 28 - Visualização e recolha de impressões digitais com fita-cola.....	36
Figura 29 - Material para a execução da extração de impressões digitais com supercola .	36
Figura 30 - Execução da técnica de revelação de impressões digitais com cristais de iodo	37
Figura 31 - Procedimentos para estudo das próprias impressões digitais.....	38
Figura 32 - Docentes participantes dos <i>workshops</i>	39
Figura 33 - Eléctrodo de papel de alumínio degradado	41
Figura 34 - Eléctrodo de fio de cobre, antes e depois da eletroforese.....	41
Figura 35 – Eletroforese realizada com cliques metálicos	42
Figura 36 - Eletroforese corrida com tampão retirado de um refrigerante à base de soda	42
Figura 37 - Gel de gelatina completamente derretido.....	43
Figura 38 - Gel de farinha de milho	43
Figura 39 - Gel de amido de milho ainda intacto depois de eletroforese.....	44
Figura 40 - Reagentes colocados em tubos conta-gotas.....	45
Figura 41 - Reação positiva	46
Figura 42 - Reação positiva utilizando no mesmo recipiente Kastle-Meyer e Peróxido de Hidrogénio	46
Figura 43 - Inexistência de reação entre o amido da batata e o teste de Kastle-Meyer	47
Figura 44 - Teste negativo com óxido de ferro.....	47
Figura 45 - Reação negativa entre o fármaco e o teste de Kastle-Meyer	47
Figura 46 -Reação entre sangue de carne descongelada e teste Kastle-Meyer	48
Figura 47 - Sangue para identificação e respetivos antissoros	50
Figura 48 - Diferentes aglutinações.....	50
Figura 49 - Primeira tentativa para realizar sangue falso	51
Figura 50 - Segunda tentativa de produção de “sangue artificial”	52

Figura 51 - Otimização final do “sangue artificial”	52
Figura 52 - Padrão deixado por uma gota numa superfície a 10º.....	53
Figura 53 - Testes em superfícies a 40º e 80º	53
Figura 54 - Diferentes diâmetros produzidos por gotas depositadas a alturas diferentes.	54
Figura 55 - Padrões de sangue e medições	54
Figura 56 - Diferentes impressões digitais, recolhidas com diferentes técnicas	55
Figura 57 - Conjunto de gráficos com dados referentes às restantes questões colocadas nos <i>workshops</i>	58

1. Introdução

1.1. Educação e ciências forenses

1.1.1. Projeto Euro4Science

Com o financiamento da União Europeia foi estabelecida uma parceria no quadro do programa Erasmus+, sob a coordenação da Universidade de Aveiro (Portugal), e com as escolas secundárias José Estêvão (Portugal), Skipton Girls' High School (Reino Unido), Know and Can Association (Bulgária). Foram ainda estabelecidas parcerias privadas com a Inova+ (Portugal) e INnCREASE (Polónia). As escolas e associações parceiras têm como principal função fornecer, ao laboratório de Genética Aplicada da Universidade de Aveiro, todo o feedback necessário com vista a uma otimização das atividades desenvolvidas, para que as mesmas se adequem da melhor forma aos professores e alunos. As empresas são responsáveis pela gestão da imagem, no caso da Inova+, e pela gestão documental e de qualidade do projeto, no caso da INnCREASE.

O projeto Euro4Science pretende divulgar entre as escolas europeias uma série de ferramentas práticas e metodológicas capazes de modificar a forma de ensino motivando professores e alunos do ensino básico e secundário para executarem atividades relacionadas com as ciências forenses. Tem como grandes objetivos aumentar o entusiasmo em volta das carreiras de investigação e também o interesse em outras áreas relacionadas com as CTM (Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemáticas) e diminuir o insucesso e abandono escolar que todos os anos se mantém elevado. Para tal foram propostos dois momentos principais que definem todo o projeto: a construção e apresentação de um *Kit* Educacional Forense ou “*CSI Toolbox*” e a execução de três semanas CSI nas escolas secundárias parceiras (Souto L., Moreira H., Tavares F., Pinho R. & Fidalgo, R., 2015).

1.1.2. O “efeito CSI”

Nas últimas décadas assistimos a um crescimento exponencial das publicações médicas, técnicas e científicas. Ainda hoje existem jornais e revistas que emergem por todo o mundo. Os jornais ou artigos científicos são credíveis e importantes para a comunidade científica mas são os meios de comunicação em massa que tornam uma descoberta ou uma ciência global. Nos últimos anos assistimos ao “efeito CSI” onde num programa de televisão a ciência forense é usada como uma ferramenta infalível para resolver crimes. A população científica percebe rapidamente que quase metade da “ciência” feita nesse programa não existe e o resto é executada em condições e com material que todos os técnicos de laboratório sonham ter ao seu dispor. A população em geral que assiste aos programas relacionados com este “efeito CSI” diz-se conhecedora das tarefas laboratoriais e constata-se uma confiança quase irrefutável nos veredictos tirados dessas tarefas.

Nos Estados Unidos da América onde os casos são julgados na presença de um júri, composto por cidadãos americanos, este efeito pode ter um resultado preocupante uma vez que pode influenciar a percepção dos depoimentos e das provas apresentadas em tribunal. Apesar de não existir um estudo ou evidências que comprovem que o “efeito CSI” pode moldar a percepção de um júri esta muda a percepção da ciência em si tornando as ciências forenses uma “super ciência”, criando expectativas que muitas vezes não podem ser realizadas devido às limitações e erros que ocorrem na performance das tarefas laboratoriais (Schweitzer & Saks, 2007).

Contudo as ciências forenses continuam a ter uma enorme visibilidade quer por parte dos media, quer por parte de séries ou filmes, como também por documentários que reúnem uma grande parte das audiências dos canais que os distribuem. Torna-se fundamental que esta boa publicidade ao trabalho efetuado pelos investigadores seja gerida da melhor forma, mesmo que seja exagerada pelos meios de comunicação para massas torna-se fundamental que quando têm a palavra os mesmos investigadores consigam exprimir-se da melhor forma sobre as tarefas que desempenham e o seu significado para o tema em questão (Schweitzer & Saks, 2007).

1.1.3. Sistema de Ensino Português

O sistema de ensino português compreende várias etapas que se centram em três níveis de ensino (figura 1):

- Ensino Básico
- Ensino Secundário
- Ensino Superior

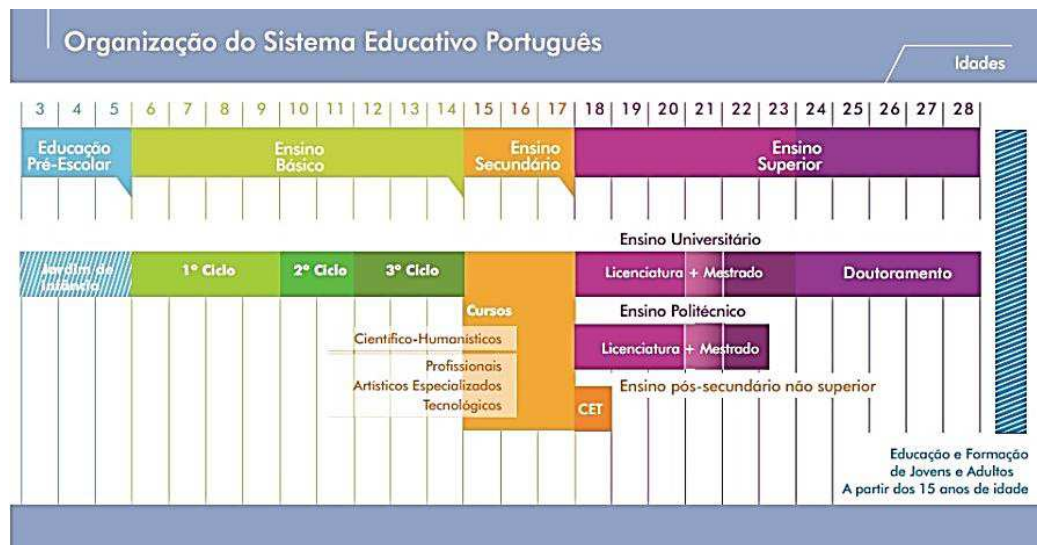


Figura 1 - Organização ensino português (adaptada de Ministério da Educação, 2015)

A escolaridade obrigatória é inserida no ensino básico e secundário, desde os 6 aos 18 anos de idade e está dividida em 3 níveis de ensino de 4, 2 e 3 anos. O currículo está orientado para que o aluno tenha como base disciplinas que tornem capaz a sua inserção no mundo do trabalho e/ou na continuação dos estudos no ensino superior. Existem quatro cursos distintos, mas permeáveis entre si, no ensino secundário que incluem diferentes valências com diferentes objetivos:

- Cursos científico-humanísticos, vocacionados fundamentalmente para a entrada do aluno no ensino superior e apresenta uma grande amplitude de disciplinas;
- Cursos tecnológicos e profissionais, gerados particularmente para alunos que pretendam ingressar no mundo do trabalho;

- Cursos artísticos especializados, dispostos a garantir formação artística especializada nas áreas das artes visuais, audiovisuais, dança e música (Ministério da Educação e Ciência, 2015).

1.1.4. Estudo e Ensino de Ciências e Tecnologia

A pergunta principal é o porquê do ensino de Ciências e Tecnologia (C&T)? A resposta prende-se com o quotidiano desde a criação das civilizações. Culturalmente o ensino de C&T sempre foi desenvolvido para que fosse possível a evolução dos povos, embora em alguns casos fosse reprimida por colocar em causa alguns dogmas religiosos que existiam e continuam a existir nos dias de hoje. Ainda assim a necessidade de o Homem se desenvolver mentalmente e de procurar respostas para problemas fez com que houvesse uma evolução constante que após criar impacto na sociedade jamais poderia ser reprimido. Esta carência faz com que exista também a preocupação de criar condições para que os mais novos continuem a estudar C&T e assim se desenvolverem cognitivamente. Para que seja possível ensinar de uma forma consistente e criativa é essencial que sejam explorados certos conceitos tornando o estudo e ensino de C&T mais aliciante para os alunos. A capacidade de observação é algo que tem que ser constantemente desenvolvida e ensinada aos mais novos para que possam realizar experiências práticas reforçando a necessidade da integração do conceito “hands-on” que defende uma relação direta (Figura 2) entre o aluno e os conceitos teóricos e práticos (Michaelides P. G., 2015).

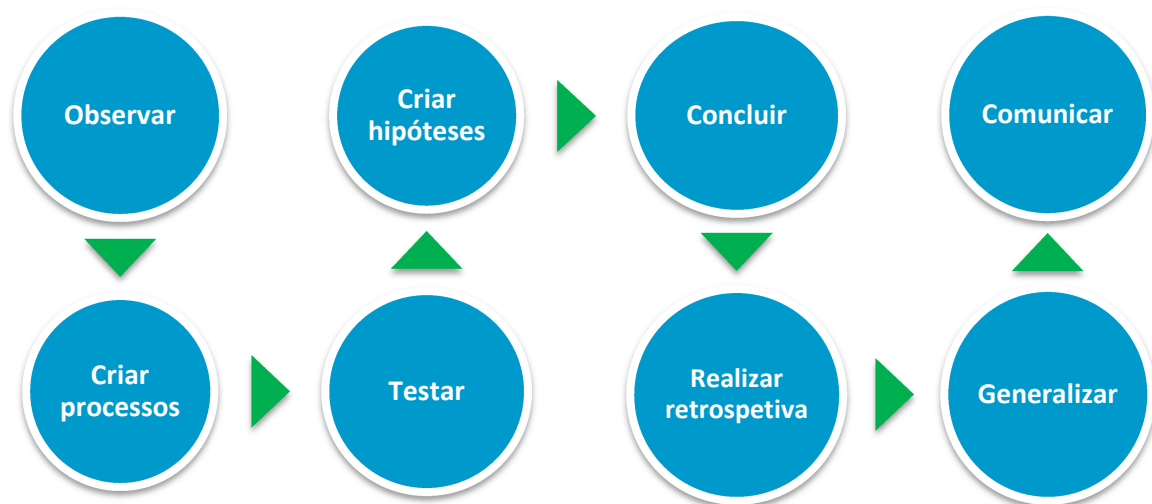


Figura 2 - Processo de aprendizagem (Figura adaptada Michaelides P. G., 2015)

As ciências forenses englobam-se nos cursos científicos e têm uma estrutura multidisciplinar que desperta curiosidade no papel desempenhado pelo investigador forense, tanto nos jovens alunos como outros. As disciplinas devem incluir bases fortes em química, física, biologia para que depois sejam aprofundadas com disciplinas de bioquímica e genética já no quadro universitário. Desde os anos 2000 que assistimos a um crescimento enorme de cursos disponíveis nas universidades com bases em química e ciências forenses e que oferecem conhecimentos que podem ser usados nos laboratórios de investigação forense (Michaelides P. G., 2015).

1.1.5. Integração da genética forense na sala de aula

Toda a atividade que envolva humanos pode afetar o ambiente circundante, quer esse ambiente seja um ecossistema, uma empresa ou um laboratório. Desde a integração de um pupilo na pré-escola o seu conhecimento cognitivo vai crescendo, sendo essencial perceber que as crianças são cientistas intuitivas e descobrem como fazer ciências nas “brincadeiras” do seu quotidiano quer na escola quer com a interação com os pais e meio envolvente (Gopnik A., 2009).

Quando se fazem análises sobre o comportamento e dificuldades dos jovens e estudantes em sala de aula existe a necessidade de perceber que as falhas que poderão existir relacionadas com a ciência e tecnologia estão diretamente relacionadas com a falta

de experiências apropriadas durante a sua infância (Roth, Goulart, Mafra & Plakitsi, 2013).

É determinante que desde a sua infância os alunos sejam inseridos num ambiente propício ao estudo das ciências tendo sempre em atenção qual a idade alvo das experiências bem como os seus procedimentos de segurança. Para que seja cumprido um protocolo os procedimentos têm que ser constantemente verificados e avaliados. Numa sala de aula os alunos têm que estar dispostos a aprender e a valorizar todos os procedimentos de pesquisa e de segurança. Os procedimentos de segurança são definidos para minimizar os possíveis perigos ao trabalhar com estudantes num laboratório, ainda assim podem existir efeitos negativos. Para que se possam evitar esses efeitos negativos o professor, instrutor ou monitor que esteja no laboratório tem que apresentar aos alunos todos os protocolos bem como os procedimentos de segurança. Todos estes procedimentos são efetuados para garantir o sucesso das ações dentro do laboratório, mas também a segurança do utilizador e do próprio laboratório. Ainda assim as introduções dadas e os protocolos de segurança podem tornar-se repetitivos para os alunos que frequentam o ambiente laboratorial ano após ano e leva-los a achar que a sua segurança está em risco ou das pessoas à sua volta. Esta repetição pode baixar o nível de empenho por parte dos alunos que reduz significativamente a retenção de informação e que pode levar a possíveis erros. Parte do professor o compromisso de explicar aos alunos a necessidade de todos os procedimentos mantendo-os atentos e interessados ao assunto que estão a tratar (Green, M. L., Novakofski J., Green, R. W., Manjerovic & M. B., Mateus-Pinilla, N., 2014).

Alguns autores referem que para captar a atenção dos alunos deve-se optar por aproveitar a popularidade de crimes conhecidos, tornando a resolução dos mesmos, dentro do laboratório escolar, uma forma mais motivadora de aprendizagem. Os alunos vestem a pele do investigador e utilizam os conhecimentos em matemática, estatística, física, química e biologia para conseguir realizar com sucesso os protocolos apresentados (Funkhouser & Deslich, 2000).

No final do ensino básico e início do ensino secundário os alunos são iniciados nas temáticas relacionadas com a biotecnologia, apesar destes conteúdos variarem

consoante os objetivos, recursos e oportunidades das instituições de ensino. Os conceitos são maioritariamente relacionados com digestão enzimática, eletroforese, genética e ADN e são realizados nos laboratórios das instituições. Existem *kits* já preparados para que seja possível improvisar um laboratório numa sala de aula, caso os recursos das instituições seja menor (Bloom, Freyer & Micklos, 1996).

Conforme referido em Bertino & Bertino (2012), existem dois tópicos que devem ser abordados com os alunos antes de qualquer experiência ou qualquer aula relacionada com a área forense – capacidade de observação e investigação da cena do crime.

1.1.6. Capacidade de Observação

O ser humano vem capacitado com cinco sentidos: visão, tato, audição, paladar e olfato. Estes cinco sentidos recolhem inconscientemente informação a cada fração de segundo que passa e é muito importante para a nossa sobrevivência. Ainda assim, nem toda a informação que é captada é tida como necessária ao nosso conhecimento. É o cérebro quem tem essa capacidade de seleção da informação que é vital a cada momento, aplicando “um filtro invisível” que faz esta seleção (figura 3). Por exemplo, se estivermos sentados numa sala de aula o nosso cérebro consegue, através dos nossos sentidos, captar toda a informação que a sala nos dá. A cor das mesas, o formato das cadeiras, onde estão posicionados os interruptores, etc., mas apenas se algum barulho é feito ou alguém entrar na sala é que vamos notar alguma alteração ao ambiente que está diante de nós. Prestar atenção a cada detalhe é difícil e o nosso cérebro prega-nos partidas constantemente pois oferece-nos uma percepção limitada e aquilo que parece que nos rodeia pode não ser bem o que realmente lá está. O exemplo mais prático de que isso acontece é quando estamos a ler um documento e uma letra não se encontra numa palavra ou uma palavra encontra-se repetida na mesma frase, aquilo que acontece é que a maior parte das vezes a nossa percepção vai fazer com que a palavra pareça completa ou eliminar a palavra repetida e continuemos a ler sem reparar. Podemos então achar que o nosso cérebro tem algo de errado, mas não, realmente o cérebro continua a realizar

todas as funções para que está formatado, apenas faz uma seleção daquilo que é fundamental para que possamos viver.

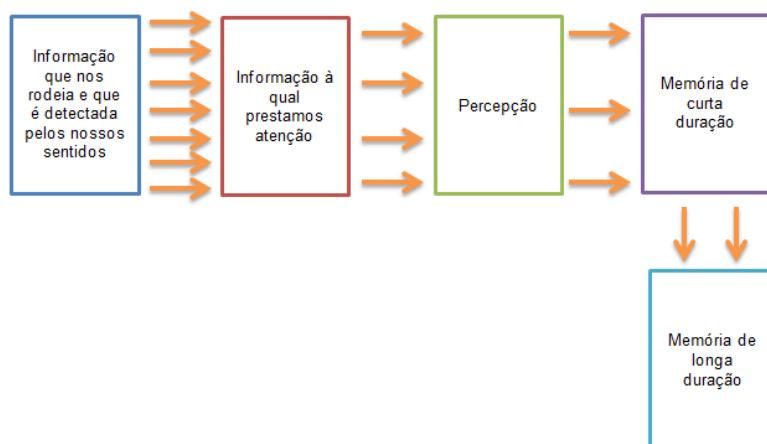


Figura 3 - Como a informação é processada (adaptado de Bertino & Bertino, 2012)

A percepção das nossas limitações ajuda-nos a melhorar os nossos conhecimentos e capacidades, o que é vital para os investigadores forenses que dependem da sua capacidade de observação e também da capacidade de observação dos investigadores policiais, cientistas forenses e das testemunhas (Bertino & Bertino, 2012).

1.1.7. Investigação da cena do crime

Todos os detalhes (fio de cabelo, fibra de um tecido, etc.) podem ajudar a reconstruir a cena do crime e achar a pessoa responsável por ele. O objetivo principal da investigação da cena do crime é identificar, documentar e recolher qualquer prova relevante na cena do crime. O crime será resolvido ou não, dependendo se após uma análise minuciosa é possível juntar todas as peças do *puzzle* e perceber o que realmente aconteceu naquele local (Bertino & Bertino, 2012)

1.2. Contextualização de conteúdos

A multidisciplinaridade e o incentivo de práticas inovadoras revela-se extremamente importante para que os alunos se sintam mais motivados no que lhes é apresentado em sala de aula pelo professor. Os temas relacionados com o desenvolvimento dos protocolos necessitam de uma contextualização, apresentada

em seguida, para que de uma forma simples seja possível apreender conceitos que levarão a uma compreensão dos conteúdos expostos nos protocolos.

1.2.1. Genética Forense

A descoberta, em 1953, por James D. Watson e Francis Crick onde descreveram uma estrutura tridimensional do **Ácido Desoxirribonucleico** (Figura 4), vulgo ADN em português ou DNA em língua inglesa, foi fundamental no desenvolvimento e evolução da genética forense. Desta ideia resultou a percepção de como a informação genética era organizada, codificada e transferida de uma geração para a próxima (Wilusz, Wang & Peltz, 2001).

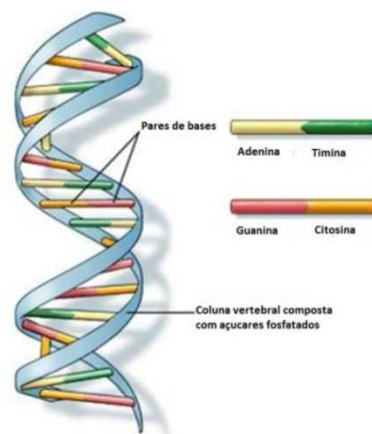


Figura 4 - Modelo tridimensional apresentado por Watson e Crick (Adaptado de American Chemical Society (ACS) 2009)

Quando, em 1984, a análise de regiões com polimorfismos foi designada como “DNA fingerprint” as ciências forenses começaram a ter uma importância nunca antes vista. Essa importância tem vindo a ser demonstrada nos últimos 30 anos pelo desenvolvimento e aplicação da genética das mais diversas formas possíveis. Em 1985, a genética foi aplicada ao primeiro caso policial relacionado com a imigração a pedido do governo do Reino Unido (Jeffreys, Wilson & Thein, 1985).

Desde o ano de 1985 que são resolvidos crimes com a ajuda da genética, tornando-a numa ferramenta indispensável para a identificação e acusação de possíveis criminosos (Goodwin, Linacre & Hadi, 2007).

A utilização da genética foi-se tornando cada vez mais importante e com aplicação cada vez mais diversificada. A certa altura o seu emprego não se restringia apenas a crimes mas também à identificação de pessoas desaparecidas, à descoberta de familiares num desastre de grandes proporções, em casos de paternidade, entre outros. Isto resultava da capacidade que a genética tinha para usar uma mínima quantidade de diferentes amostras biológicas (*e.g.*, cabelo, saliva, dentes, manchas de sangue, etc.) nas situações mais distintas (Jobling & Gill, 2004).

O sangue e a saliva são considerados os tipos mais comuns de fluidos capazes de dar respostas aos investigadores, pois contêm informação genética necessária para ser usada nas ciências forenses. O seu manuseamento e a identificação do tipo de amostra são critérios fundamentais para que seja feita uma correta análise das amostras (Gill, Jeffreys & Werrett, 1985).

Ainda assim existem problemas quando se trabalha num local do crime, pois as manchas de sangue degradam-se, os falsos positivos são possíveis, bem como os falsos negativos. A introdução de novas técnicas, como a reação em cadeia da polimerase (PCR) (figura 5), ajudou a que uma amostra que era reduzida pudesse ser amplificada e trabalhada a fim de ajudar a investigação, impedindo que um erro no tratamento da amostra recolhida no local comprometesse toda a investigação (Nussbaumer, Gharehbaghi-Schbell & Korschineck, 2006).

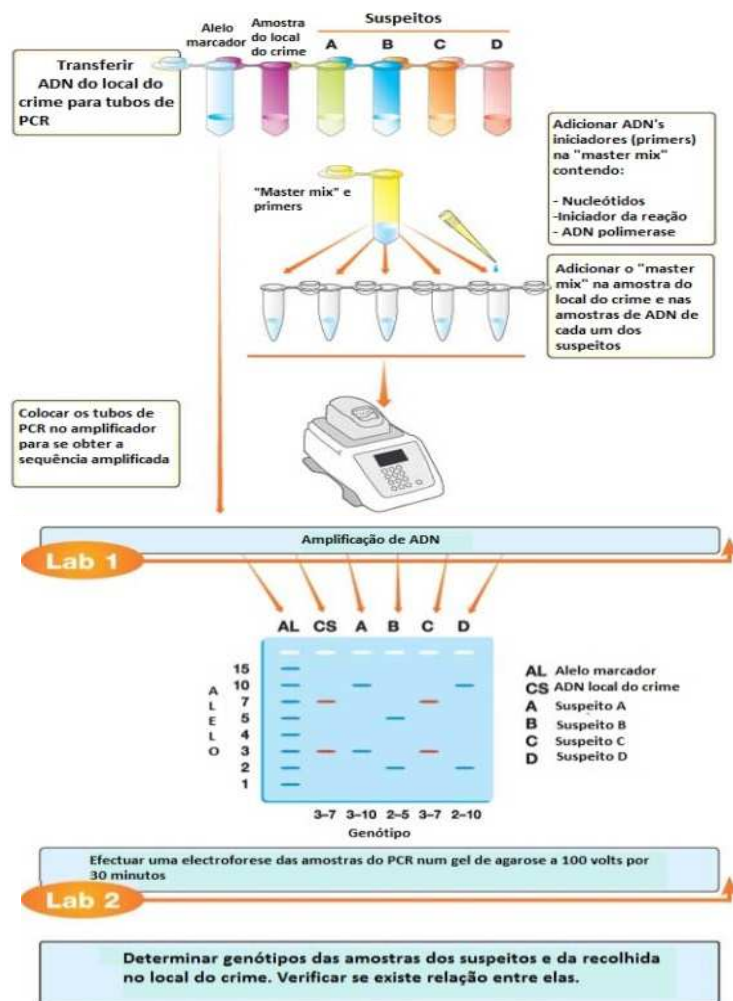


Figura 5 - Imagem explicativa do processo de PCR (Adaptado de Bio-rad laboratories, 2015)

O desenvolvimento da genética forense tem sofrido constantes evoluções ao longo dos anos. Apesar de estar presente por todo o mundo, o seu desenvolvimento pode ser influenciado, pelas condições que cada país oferece aos seus investigadores e laboratórios. O trabalho laboratorial (Figura 6) insere-se maioritariamente na análise de material recolhido num local do crime, testes de paternidade e identificação de restos mortais. Pode também ser útil na análise de ADN proveniente de plantas, animais incluindo insetos e outros microrganismos (Goodwin, Linacre & Hadi, 2011).

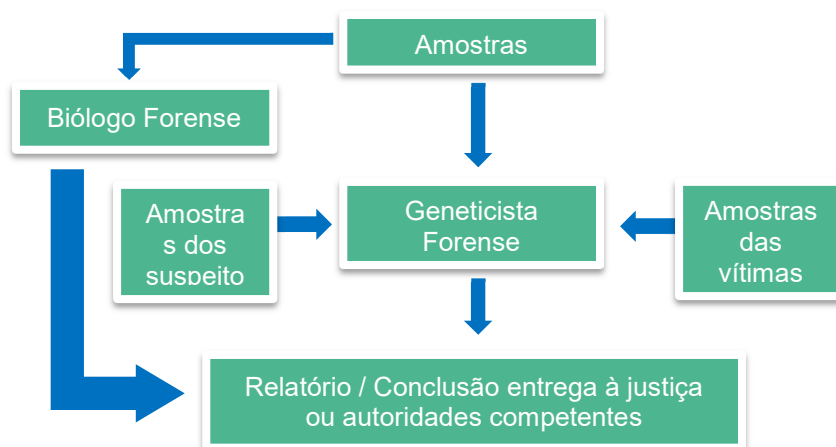


Figura 6 - Resumo de trabalho laboratorial (adaptado de An Introduction to Forensic Genetics, 2011)

As amostras de tecido humano em geral trazem problemas que devem ser levados em conta por quem as analisa. O mais comum é o facto de ter que lidar com a heterogeneidade da população e com parâmetros ante ou pós morte que podem ter sido alterados ou muitas vezes desconhecidos. Devido a isto é necessário assegurar que a informação é válida e tem significado biológico. Estas precauções incluem um cuidado no tratamento das réplicas biológicas, uma estratégia de normalização da validação das amostras e uma investigação dos fatores que podem influenciar a degradação dos genes que são necessários para que exista uma interpretação correta e cuidada dos resultados (Vennemann & Koppelkamm, 2010).

1.2.2. Classificação sistema sanguíneo ABO

Durante a primeira década dos anos 1900's, Landsteiner encontrou evidências de que algumas "substâncias", mais tarde apelidado de anticorpos, no sangue tinham a capacidade de neutralizar os efeitos de algumas enzimas. A partir desta descoberta foram iniciados vários testes onde o objetivo seria comprovar que indivíduos da mesma espécie poderiam apresentar diferenças na constituição do sangue, ainda que muito ligeiras (Hughes-Jones & Gardner, 2002).

Foi a partir desta premissa que, depois de misturar soro de uns indivíduos com hemácias de outros indivíduos, Landsteiner percebeu que algumas aglutinações ocorriam. O químico alemão encontrou três padrões que nomeou A, B e O (zero). Pela mesma altura Alfred Von DeCastello e Adriano Struli descobriram o grupo AB ficando então completo o sistema ABO, onde indivíduos poderiam apresentar grupos sanguíneos A, B, AB ou O (zero), deixando a percepção de que as mortes que antes aconteciam por transfusões de sangue seriam evitadas se fosse garantido que os indivíduos pertenciam ao mesmo grupo sanguíneo (Wiener & Landsteiner, 1969).

Lester Unger, no início dos anos 20, percebeu que, mesmo entre os mesmos grupos sanguíneos, poderiam existir incompatibilidades. Estas incompatibilidades alertaram Landsteiner, Philip Levine e Janes que estudaram alguns soros após serem feitas transfusões. Nestes testes foram encontradas pequenas aglutinações em indivíduos do mesmo grupo sanguíneo devido à presença de um antígeno no sangue do dador, mas ausente no sangue do recetor (Wiener, A. S., 1952; Scott, M. L., 2004).

Landsteiner e Wiener procederam a testes complementares em animais onde encontraram anticorpos que nomearam de M e N. Os animais utilizados eram macacos Rhesus e os testes conseguiram explicar a aglutinação entre indivíduos da mesma espécie. Deste estudo resultou a designação de Rh positivo e Rh negativo, apesar dos antígenos presentes nos macacos serem diferentes dos antígenos presentes nas hemácias humanas (Scott, M. L., 2004).

1.2.3. Impressões digitais

As impressões digitais são utilizadas pelas civilizações há milhares de anos, em datas antes de Cristo. Em 1684 foi publicado o primeiro estudo sobre as mãos humanas pelo Dr. Nehemiah, onde eram descritos os padrões visíveis ao microscópio. Desde essa altura que as impressões digitais têm vindo a conseguir um papel de destaque nas investigações forenses. Cada impressão digital é única e apenas pertencente a um indivíduo, essa singularidade torna-a um elemento fundamental na identificação

individual. Existem três características fundamentais: arcos, espirais e laços (figura 7). Quando existe uma zona triangular perto de um laço é utilizado o termo delta para o designar. Existem também diferentes tipos de impressões digitais: latentes, patentes ou plásticas. As impressões latentes são impressões deixadas por acidente, visíveis ou não, numa superfície lisa, como por exemplo um copo de vidro. São também as impressões digitais mais comuns num local do crime. As impressões digitais patentes, são impressões deixadas por transferência de materiais no dedo, como por exemplo tinta ou sangue. Estas impressões, como são visíveis, não são precisas técnicas para a sua revelação, sendo apenas fotografadas para análise. Por último existem também as impressões plásticas que estão presentes em materiais que conseguem tornar mais visível o seu detalhe, como por exemplo cera derretida ou gordura das peças de um carro (Bertino & Bertino, 2012).

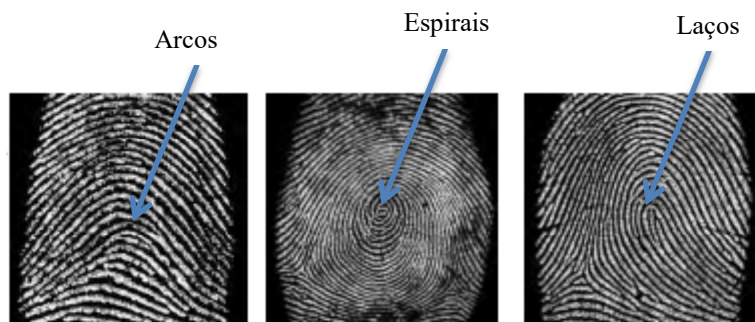


Figura 7 - Diferentes características de impressões digitais, arcos, espirais e laços (imagem adaptada de Bertino & Bertino, 2012)

1.2.4. Princípio de Locard's

A cada contacto entre duas pessoas existe uma troca física entre elas. Células da epiderme, cabelos, fibras da roupa, pólen, fragmentos de vidro, plástico ou outros. Maquilhagem ou outros tipos de materiais diferentes são trocados de uma pessoa para a outra durante um contacto. Para os investigadores forenses estes materiais são chamados de vestígios e são parte importante da investigação pois em primeiro lugar, e segundo o Dr. Edmond Locard que estabeleceu ideias importantes sobre este tema

tornando-o mesmo no “princípio de troca de Locard’s”, quando existe este tipo de vestígios é dada a indicação que duas pessoas estiveram em contacto. Em segundo lugar, seguindo o princípio de Locard’s, quanto maior for a quantidade desses vestígios maior vai ser a intensidade dessa troca e a duração da mesma, por exemplo num caso de luta entre dois indivíduos (Bertino & Bertino, 2012).

1.2.5. Tipos de prova

Estão definidos dois tipos de prova, a prova direta e a prova indiciária ou circunstancial. A prova direta está relacionada com todo o tipo de observações feitas em primeiro lugar, como as observações das testemunhas ou câmara de vigilância. Em tribunal estas provas envolvem o relato da testemunha sobre o que aconteceu naquele local. As confissões também são consideradas provas diretas. As provas indiciárias ou circunstanciais são provas indiretas, por exemplo uma arma deixada na cena do crime, que são usadas para indiciar algo sem que esta prove diretamente que o suspeito é o culpado. As provas indiciárias podem ser usadas para ligar a cena do crime com o suspeito e assim conseguir resolver um caso.

As provas circunstanciais podem ainda ser físicas ou biológicas, sendo que as provas físicas incluem impressões digitais, fibras, armas, balas, etc., enquanto as provas biológicas estão relacionadas com os fluidos corporais, cabelo e outras fibras naturais. Em qualquer dos casos ambas as provas podem reduzir a lista de suspeitos a um grupo muito reduzido chegando mesmo a um só indivíduo no caso das impressões digitais ou fluidos corporais. Ainda assim as provas biológicas têm um maior poder em tribunal, pois tendem a reduzir a lista de suspeitos apenas a um indivíduo (Bertino & Bertino, 2012).

1.2.6. Recolha da prova

Todas as provas ou vestígios têm que ser tratados de acordo com regras bastante específicas. Além da necessidade normal de guardar e identificar corretamente cada uma das provas existem técnicas e procedimentos que têm que ser seguidos para que não seja posta em causa a cadeia de custódia de uma prova.

Tudo tem que estar identificado com o número do caso, com um número específico dentro de um inventário, tem que estar descrito, na embalagem ou invólucro

de armazenamento, a descrição da prova bem como os nomes dos suspeitos ou das vítimas, a data da recolha e a assinatura da pessoa que recolheu essa mesma prova, bem como a de alguma testemunha, caso esta esteja presente na recolha.

A cadeia de custódia é essencial para que a prova tenha significado em tribunal, por isso todas as regras têm que ser cumpridas, tudo tem que estar selado e etiquetado corretamente, as assinaturas das pessoas que recolhem e que depois examinam a prova têm que corresponder para que a mesma seja considerada válida em tribunal. Se esta cadeia de custódia for quebrada pode ser posta em causa toda a investigação pois pode ser alegado de que as provas foram adulteradas ou plantadas no local do crime para indiciar o suspeito em causa, como aconteceu no famoso caso de O.J. Simpson em 1994 (Bertino & Bertino, 2012).

2. Objetivos

O desinteresse dos alunos perante as disciplinas de ciências e tecnologias desencadeou a necessidade de apresentar alternativas para que o ensino das mesmas fosse abordado de uma forma mais motivante para o aluno. A principal finalidade deste trabalho prendeu-se com o desenvolvimento de diferentes “ferramentas” forenses como estratégia educativa considerando a perspetiva dos alunos, em visitas ao laboratório, e professores, em *workshops*. A fim de capitalizar este interesse pelas ciências forenses baseado no “efeito csi” e tendo como base o projeto Euro4Science foi necessário otimizar um conjunto de atividades e protocolos educativos baseados em materiais reutilizáveis com vista à sua integração numa “mala educativa forense”. Todas estas atividades foram pensadas e otimizadas depois de uma avaliação realizada pelos professores, tendo em vista a sua possível integração no currículo escolar das escolas europeias.

2.1.1. Kit Educacional Forense ou “CSI toolbox”

A construção e apresentação do Kit Educacional Forense é, talvez, o maior desafio e também o produto mais significativo deste projeto. A “*CSI Toolbox*” (Figura 8) consiste num *kit* educacional com material de apoio criado sobre premissas científicas e que visa a sua utilização pelos alunos do ensino básico e secundário com base no material acessível nas suas escolas. Nas semanas *CSI* participam professores e alunos das escolas parceiras, que poderão testar a *toolbox*, executando todos os protocolos que fazem parte da mesma. Neste momento o projeto encontra-se na fase de divulgação do *kit*, em que o mesmo foi entregue às escolas parceiras para que possa ser utilizado a partir de Abril de 2016 nas semanas *CSI* (Souto, Tavares, Moreira, Fidalgo, & Pinho, 2015).



Figura 8 - Versão teste da caixa de ferramentas CSI

3. Material e métodos

Antes da construção da caixa de ferramentas CSI existiu uma vasta recolha de elementos que pretendiam verificar quais as potenciais experiências do âmbito forense que estariam enquadradas no programa escolar do ensino básico e secundário.

A otimização dos protocolos foi realizada no Laboratório de Genética Aplicada do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro. Estes protocolos estão assentes nos tópicos fundamentais da Biologia Forense e Biodiversidade, Ciências Químicas e Identificação individual humana (Figura 9). A pesquisa efetuada foi longa e extensiva a todos os ramos onde era possível integrar as ciências forenses com os conteúdos escolares. Depois da pesquisa foram iniciados os testes laboratoriais com vista a otimizar as atividades pretendidas. Os protocolos foram testados também em visitas ao laboratório por parte dos alunos e em *workshops* com professores, dos quais resultaram inquéritos (em anexo 6) que serviram de feedback com vista à sua otimização. Neste trabalho estão dissecadas atividades relacionadas com o tópico da Identificação individual humana:

- Atividade 1: Eletroforese em gel
- Atividade 2: Detecção e classificação de sangue
- Atividade 3: Padrões de sangue
- Atividade 4: Impressões digitais

Biologia forense e Biodiversidade

Cabelos humanos e não humanos
Botânica forense
Entomologia

Ciências Químicas

Polímeros na cena do crime
Toxicologia

Identificação individual humana

Testes presuntivos
Sistema ABO
Padrões de sangue
Eletroforese

Figura 9 - Diferentes categorias onde se inserem as atividades

Os protocolos finais estão apresentados em anexo ao documento e serão englobados no projeto Euro4Science.

3.1. Atividade 1 – Eletroforese em gel

A eletroforese em gel é uma técnica onde uma diferença de potencial é aplicada, forçando a migração das partículas, permitindo a separação de ADN, proteínas e outras moléculas. A base desta técnica baseia-se na separação das moléculas, de acordo com o seu peso, através da aplicação de uma carga elétrica. A nível molecular teria que existir um suporte para que fosse possível ver essa migração, assim o gel de agarose é o suporte mais utilizado para separar os ácidos nucleicos. Isto acontece pois a agarose forma uma rede capaz de reter as moléculas durante a migração das mesmas, separando-as em bandas que podem ser visíveis através da aplicação de uma luz ultravioleta, por exemplo.

Como já descrito, um dos objetivos é tornar todos os protocolos exequíveis pelas diferentes escolas. Para que isso seja possível foi necessário procurar alternativas para os materiais normalmente utilizados no decorrer de um protocolo de eletroforese em gel de agarose. A execução de uma eletroforese exige a presença de vários componentes. Uns necessários para a preparação da eletroforese (moldeira, tina, pente, etc.) e outros para a sua execução como elétrodos que formam um campo elétrico através de uma fonte de alimentação, um suporte, um tampão e a amostra. Cada um dos componentes foi pensado para que fosse possível a sua reutilização.

Com esta atividade será possível aos professores descrever o ADN e as suas características, explicar como o ADN é utilizado como forma de comparação numa cena do crime, caso de paternidade, etc., utilizar a física para expor a função de um campo elétrico e ainda como ele funciona para separar as amostras por peso molecular.

3.1.1. Componentes para preparação

Todos os componentes para a realização da eletroforese foram pensados para que fosse de fácil acesso para todas as escolas. A moldeira foi idealizada a partir de uma embalagem de manteiga vazia de 250g (Figura 10). Em cada um dos cantos da mesma foram feitos cortes verticais que tocavam o fundo. Cerca de 1cm à frente dos dois cortes

de um dos lados da moldeira foram feitos dois cortes verticais até 1/3 da embalagem (cerca de 2cm), pois seria o local onde depois se iria fixar o pente.



Figura 10 - Moldeira realizada a partir de uma embalagem de manteiga

O pente sofreu várias modificações até ser otimizado. O primeiro pente foi feito através da tampa da embalagem de manteiga com as medidas já definidas como representado na imagem (Figura 11).

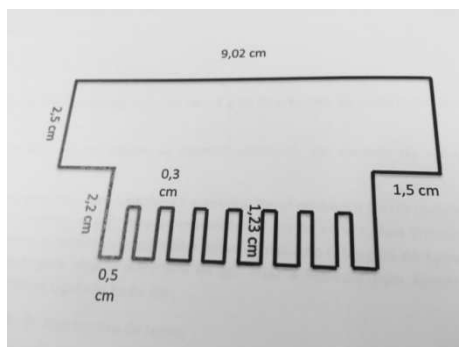


Figura 11 - Medidas para execução do pente em diferentes materiais

Em alternativa foi realizada uma tentativa com um pente feito através de uma embalagem de shampoo (Figura 12) por ser um plástico mais duro, com as mesmas medidas da anterior.

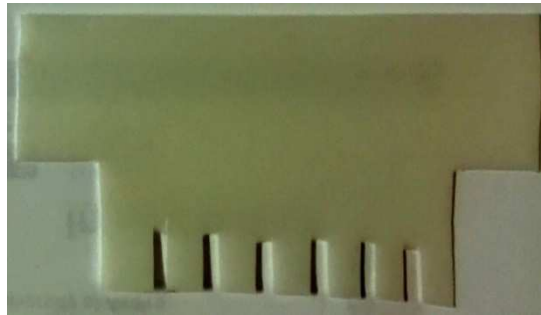


Figura 12 - Pente feito com embalagem de shampoo

A tampa da manteigueira serviu para fazer dois alisadores, um com 6x8 centímetros e outro com 6x2 centímetros. O maior foi idealizado para alisar a zona onde as amostras teriam que correr, o mais pequeno foi projetado para ser usado na zona entre o pente e o início da manteigueira, devido ao facto dessa zona ficar muitas vezes muito alta o que aumentava o tempo necessário para a migração das amostras (Figura 13).



Figura 13 - Alisadores do gel

A ligação entre os elétrodos e as pilhas de 9V ligadas em série é feita através de dois “crocodilos” (Figura 14), um no Pólo negativo mais próxima dos poços e outro no Pólo positivo mais próximo do fim do gel.

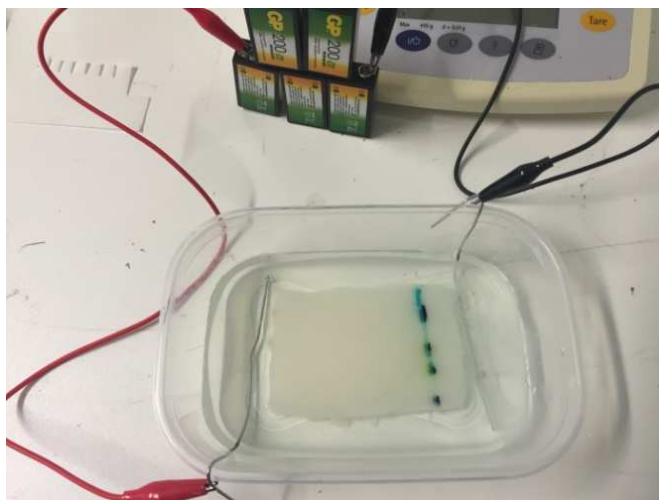


Figura 14 - Ligação feita através de crocodilos entre os elétrodos e as pilhas

3.1.2. Fonte de alimentação

As duas alternativas utilizadas para obter uma fonte de alimentação viável foram pilhas tipo 9V normais e pilhas tipo 9V recarregáveis (Figura 15).



Figura 15 - Pilhas 9V normais e recarregáveis

3.1.3. Eléttodos

Para criar um campo elétrico foi pensada a utilização de elétrodos que fossem bons condutores de energia elétrica e fáceis de encontrar em qualquer superfície comercial. Foram testadas três alternativas: folha de papel de alumínio, fio de cobre e clipe de aço galvanizado (Figura 16).

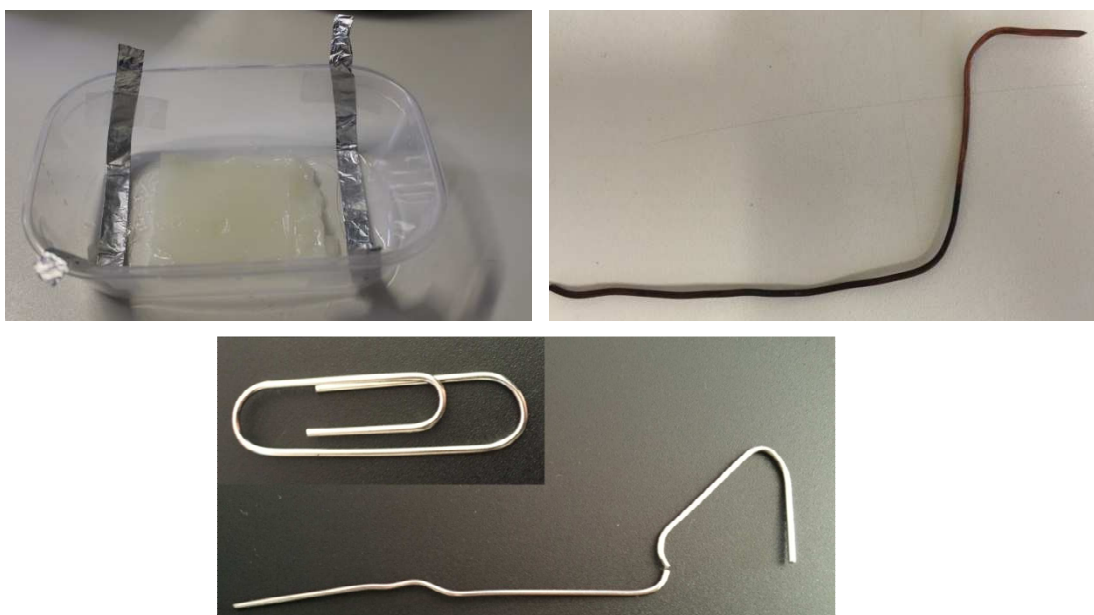


Figura 16 - Diferentes elétrodos utilizados

3.1.4. Tampão

Para que seja possível a passagem de corrente entre o elétrodo com carga negativa para o elétrodo com carga positiva o gel tem que estar submerso num líquido, a que chamamos tampão. Numa eletroforese de gel de agarose os tampões utilizados são normalmente TBE (Tris, ácido Bórico e EDTA) ou TAE (Tris, Acetato e EDTA) para evitar oscilações de pH na solução e pelas suas características quelantes.

Para esta atividade foi escolhida a utilização de Bicarbonato de sódio devido às suas características permitirem evitar oscilações de pH mesmo com adições de ácidos e bases à solução. Em alternativa foi utilizado um refrigerante, neste caso *7UP*, que tem uma alta concentração de soda e é incolor pelo que facilita a visualização das bandas.

3.1.5. Gel

As eletroforeses são normalmente executadas num gel de agarose ou poliacrilamida, pois em ambos os casos a mesma forma uma rede que permite reter as moléculas durante a migração das mesmas.

Depois de uma pesquisa bibliográfica e tendo em conta a necessidade de utilização de material reutilizável foram escolhidas alternativas para a execução da atividade como gel de gelatina alimentar, gel de farinha de milho e gel de amido de milho.

Gel à base de gelatina alimentar

O gel realizado com gelatina alimentar foi produzido segundo instruções da marca de gelatina. Seguindo as instruções da marca foi criado um gel a 2% colocando 0,6g de pó de gelatina em 30ml de tampão.

Gel constituído por farinha de milho

Para o gel à base de farinha de milho foram pesados 7,8g de farinha de milho e juntou-se 60ml de tampão de bicarbonato de sódio. A mistura foi levada ao micro-ondas para que se tornasse espessa. O gel foi então colocado na moldeira com o pente e levado ao congelador a -20°C durante 25min (Figura 17).



Figura 17 - Gel à base de farinha de milho

Gel de amido de milho

A última alternativa testada foi a de gel à base de amido de milho (marca Globo). Para a sua elaboração foram repetidos os passos executados para o gel de farinha de milho. Quando atingida a consistência desejada foi colocado na moldeira e seguiu-se o procedimento normal (Figura 18), descrito no anexo 1.



Figura 18 - Textura do gel de amido e sua colocação no molde com o pente

3.1.6. Amostra

Ao realizar protocolos para alunos do ensino básico e secundário existem várias medidas de segurança que têm que ser levadas em conta. Normalmente numa eletroforese é utilizado ADN humano ou animal em que existe uma comparação final com um determinado objetivo. Neste caso teriam que se procurar alternativas ao ADN para servirem de amostras em casos fictícios a apresentar aos alunos. As alternativas propostas passam pelo uso de corantes alimentares que servirão de amostras para que as mesmas sejam carregadas nos poços formados pelo pente no gel que servirão para armazenar as amostras permitindo depois a corrida. Foram feitas várias tentativas com corantes diferentes para que pudesse existir uma otimização dos resultados. Uma das hipóteses foi extrair o corante que reveste uma marca conhecida de chocolates, neste caso M&M's. Foram utilizadas duas técnicas para a extração do corante, numa o corante foi extraído através da diluição em tampão de bicarbonato de sódio. A seguinte técnica passou pela raspagem do corante para posterior diluição com bicarbonato de sódio. Após colocar os corantes nos poços foi corrida a eletroforese.

Outra alternativa passou pela utilização de guaches. Para a utilização desta técnica foram utilizadas três cores de guache diferentes: violeta, verde e castanho. As amostras foram diluídas em diferentes concentrações de tampão de bicarbonato de sódio (100 μ l, 150 μ l e 200 μ l) e carregadas nos poços utilizando uma micropipeta com 1 μ l da diluição.

Avançou-se então para a hipótese da utilização dos corantes alimentares líquidos e em gel de amido de milho. Foi colocado em quatro tubos eppendorf uma gota de corante em gel (verde, vermelho, turquesa e violeta) e 200 µl de Betadine e levado a centrifugar (Figura 19). Outros quatro eppendorfs foram preparados com a mesma solução e uma gota de glicerol E422 para que fosse mais fácil a sua colocação nos poços. Foram ainda preparadas amostras puras apenas com corante e mais amostras com diferentes diluições, utilizando 100 µl, 200 µl, 250 µl e 300 µl de tampão de bicarbonato de sódio. Para proceder à colocação das amostras nos poços foi efetuado o corte de pequenos quadrados de papel com 0.3 por 0.3 cm onde os mesmos eram depois, com a ajuda de uma pinça, embebidos nos corantes e depositados nos poços.

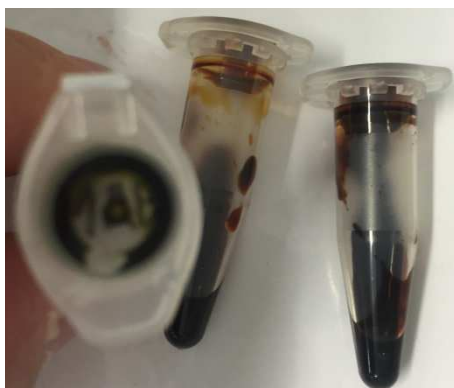


Figura 19 - Diferentes corantes preparados e otimizados

3.2. Atividade 2 – Detecção e classificação de sangue

O sangue é um dos principais vestígios numa cena do crime, e para os alunos é um fator essencial para despertar o interesse no protocolo em que vão trabalhar. Devido às questões éticas e de segurança a utilização de sangue verdadeiro, mesmo que de animal, pode ser um problema, por isso foram procuradas alternativas para que fosse possível criar falsos positivos e que os mesmos pudessem ser adicionados a um “sangue artificial”. Com esta atividade os professores poderão descrever a composição do sangue, explicar as funções das células sanguíneas, descrever como revelar a presença de sangue e como determinar o grupo sanguíneo de uma amostra.

3.2.1. Teste com Fenolftaleína para identificação da presença de sangue

O teste da Fenolftaleína, que normalmente é referido como o teste de Kastle-Meyer foi inventado por Kastle em 1901 e aprimorado por Meyer em 1903. É um teste que se baseia na reação ácido-base como indicadora da presença de sangue. Na presença de sangue, a fenolftaleína reage com o peróxido de hidrogénio tornando a solução alcalina rosa choque. O aparecimento da cor rosa choque tem que acontecer nos primeiros 10 a 15 segundos, uma vez que depois deste valor os resultados podem-se revelar como falsos positivos. O objetivo do protocolo elaborado é que os alunos possam criar a sua própria solução de fenolftaleína e utiliza-la para conseguirem identificar a presença de sangue ou de substâncias que possam resultar em falsos positivos. Para isso é necessário realizar o procedimento numa hotte devido ao facto da fenolftaleína ser tóxica e nociva. O primeiro passo do protocolo é pesar 20g de hidróxido de sódio e ir adicionando lentamente num recipiente com 90ml de água destilada. De seguida é pesado 1g de fenolftaleína e dissolvida em 10ml de etanol, juntando a mesma à solução anterior. A solução vai tornar-se rosa (Figura 20) e nesse momento são adicionados 20g de zinco, levando o recipiente a aquecer até começar a ferver. Quando este processo é concluído a solução fica a repousar até voltar a ser incolor. O reagente de Kastle-Meyer pode ser guardado durante vários meses à temperatura ambiente e até um ano se refrigerado.



Figura 20 - Solução de Kastle-Meyer
(antes de ser levada à fervura)

Controlo Positivo

Depois de produzir o reagente Kastle-Meyer tornou-se necessário testar o mesmo na deteção de sangue em várias amostras de “sangue artificial”.

O controlo positivo foi realizado com sangue de porco, conseguido num talho, colocado em forma de mancha numa peça de roupa e deixado a secar. Para realizar o controlo foi transferido reagente Kastle-Meyer para um recipiente conta-gotas e peróxido de hidrogénio e álcool a 96% para outros dois recipientes similares. O objetivo do teste era embeber um cotonete com 2 a 3 gotas de álcool a 96% e passar na zona com sangue, depois adicionar 2 ou 3 gotas de kastle-Meyer e a mesma quantidade de peróxido de hidrogénio. De seguida aguardar 10 a 15 segundos.

Foi também realizado o mesmo controlo positivo utilizando o reagente Kastle-Meyer e o peróxido de hidrogénio num mesmo recipiente, facilitando o seu transporte na mala forense (Figura 21).



Figura 21 - Mistura entre Kastle-Meyer e Peróxido de hidrogénio

Depois do controlo positivo foram realizados vários ensaios em diferentes amostras para que as mesmas pudessem ser usadas como “sangue artificial”.

Ensaio A – Amido de batata

A primeira tentativa foi a utilização do amido extraído de uma batata, pois segundo a literatura o mesmo possui propriedades capazes de reagir com a solução de Kastle-Meyer e com peróxido de hidrogénio produzindo a coloração rosa choque.

Ensaio B – Óxido de ferro extraído de pregos

A utilização de ferrugem extraída de pregos velhos foi também submetida ao método de fenolftaleína, pois a presença de ferro é detetada pela mistura de Kastle-Meyer com peróxido de hidrogénio.

Ensaio C – Produto farmacêutico com alta percentagem em ferro

Existiu também a tentativa de utilizar um produto farmacêutico, no caso “*FoliFer*”, com uma percentagem elevada de ferro para que a mesma reação do ensaio B acontecesse e tivéssemos um falso positivo.

Ensaio D – Água resultante da descongelação de carne

A água recolhida da descongelação de carne foi colocada numa caixa de petri onde com um cotonete se procedeu ao ensaio.

3.2.2. Classificação sistema AB0 em sangue artificial

A classificação do sangue em grupos AB0 foi pensada para ser integrada num teste onde os alunos teriam que verificar a sua aglutinação ou ausência da mesma para indicarem o tipo de sangue referente. Segundo a literatura foram criados três métodos diferentes com o objetivo de otimizar um sangue artificial capaz de simular as propriedades do sangue verdadeiro.

Método 1

Grupos Sanguíneos

A



B



AB



O



Reagentes

CaCl₂ (Cloreto de cálcio)

BaCl₂ (Cloreto de bário)

CaCl₂ + BaCl₂

H₂O (Água destilada)

Aos grupos A, B e AB foram adicionados 25ml de água destilada e quatro gotas de corante alimentar encarnado da marca Globo, sendo que ao tubo com o grupo 0 apenas foram adicionadas quatro gotas de corante alimentar encarnado uma vez que o mesmo já continha 25ml de água destilada.

Antissoros

A



Reagentes

Na_2CO_3 (Carbonato de sódio)

B



$(\text{NH}_4)\text{CO}_3$ (Carbonato de amônio)

O antissoro A e antissoro B foram dissolvidos em 25ml de água destilada e uma gota de corante alimentar azul e amarelo, respetivamente.

Método 2

Grupos Sanguíneos

A



Reagentes

NaCl (Cloreto de sódio)

B



$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (Nitrato de bário)

AB



$\text{NaCl} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

0



H_2O (Água destilada)

A cada um dos tubos, com os grupos A, B e AB, foram adicionados 25ml de água destilada e oito gotas de corante alimentar encarnado em gel da marca ColorGel ao invés do corante alimentar líquido da Globo. O grupo 0 apenas continha 25ml de água destilada e oito gotas de corante alimentar encarnado.

Antissoros

A



Reagentes

$\text{Ag}(\text{NO}_3)$ (Nitrato de prata)

B



Na_2SiO_3 (Silicato de sódio)

A cada um dos tubos de antissoro A e B foram adicionados 25ml de água destilada, no tubo do antissoro A foi adicionado também uma gota em gel de corante azul alimentar e ao antissoro B quatro gotas em gel de corante alimentar amarelo.

O projeto relaciona os conteúdos escolares com os protocolos, pelo que foi pensado que após a construção de um caso criminal era necessário desenvolver uma hipótese para o Rh. Como apenas poderia existir um tubo antissoro Rh a solução passou por colocar o antissoro A “mascarado” de antissoro Rh e assim criar um caso onde teríamos suspeitos e vítimas com os seguintes grupos sanguíneos: A^+ , AB^+ , B^- , O^- .

Método 3

Neste método e procurando otimizar as soluções foi executado o mesmo protocolo do método 2 (Figura 22) apenas substituindo a marca de corante alimentar, tendo sido utilizada a marca Globo de corante alimentar líquido.

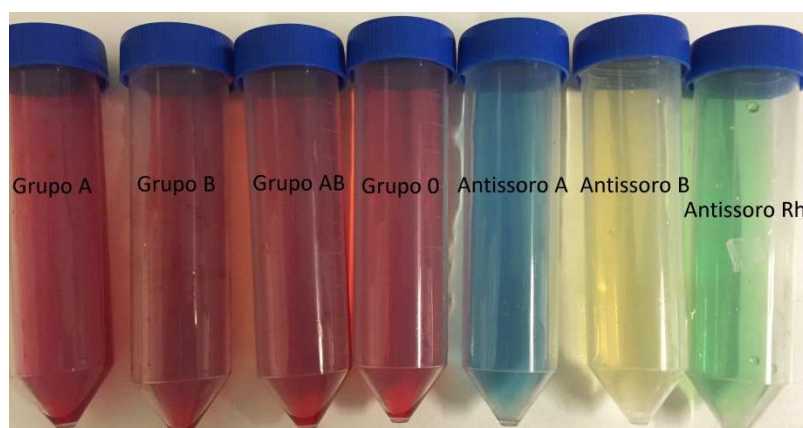


Figura 22 – Soluções mimetizando grupos sanguíneos A, B, AB e O e os seus respectivos Antissoros

3.3. Atividade 3 - Padrões em manchas de sangue

O estudo relacionado com os padrões deixados pelo sangue quando este simplesmente cai ou é projetado contra uma superfície requereu que um novo sangue artificial fosse criado uma vez que os alunos para executarem o protocolo iriam estar em contato com o sangue de uma forma mais direta. Este sangue artificial seria não nocivo e com textura, viscosidade e tonalidade parecidas ao do sangue humano. Esta atividade permite ao professor usar a física e a matemática para explicar como são formados os

padrões de sangue após o impacto de um objeto e também como usar medições de ângulos para descobrir o ponto de origem do impacto.

Otimização do sangue artificial

Começou-se por utilizar amido de milho (Figura 23), cerca de 10g, 10ml de água e 15ml de glicerol. A esta solução foram adicionadas quinze gotas de corante líquido alimentar encarnado da marca Globo e duas gotas de corante alimentar verde. O protocolo foi então otimizado utilizando cerca de 12g de amido de milho, 15ml de água destilada e 12 ml caramelo líquido num tubo de falcon. A solução foi homogeneizada e foram adicionadas quinze gotas de corante líquido alimentar encarnado da marca Globo e duas gotas de corante líquido alimentar verde da mesma marca. A otimização final ocorreu quando se colocou 30ml de água destilada, mantendo o resto das proporções dos restantes componentes. Para que a cor ficasse mais de acordo com a realidade foram colocadas vinte gotas de corante vermelho e quatro gotas de corante verde.



Figura 23 - Colocação de amido de milho para realizar “sangue artificial”

3.3.1. Deposição de gotas de sangue em diferentes ângulos

Para esta atividade foi montado um placar branco em cima da bancada e foram cortados cartões com cerca de 17 por 22 cm. Foram ainda cortadas folhas A4 de papel ao meio (15 por 21 cm). As folhas de papel foram depois colocadas nos cartões e fixas com cliques metálicos ou fita-cola. Com a ajuda do transferidor foram medidos os diferentes ângulos, desde 10º até 90º e registado o comprimento deixado pelo caminho percorrido

pela gota de sangue, bem como a sua largura, depois de a mesma ter sido depositada a 30cm de altura em relação ao cartão (Figura 24).



Figura 24 - Cartão e medição de ângulos para executar protocolo de padrões de sangue com o apoio do placard branco

Devido à dificuldade para medir os ângulos mais pequenos foi testada a alternativa de colocar, entre duas bases fixas na bancada, fita-cola mais grossa para que houvesse espaço para medir os ângulos e ao mesmo tempo a mesma servisse de suporte ao cartão quando os ângulos fossem maiores (Figura 25).



Figura 25 - Fita-cola em alternativa ao placard

3.3.2. Deposição de gotas de sangue a diferentes alturas verticalmente

Como outra possível atividade, relacionada com este tema, foi proposto utilizar folhas de papel com as mesmas medidas que as anteriores e desta vez registrar apenas o padrão deixado pela gota de sangue falso quando a mesma era deixada cair de altura diferentes na vertical (Figura 26). As alturas propostas foram 25, 50, 100, 150, 200 e 250 centímetros.

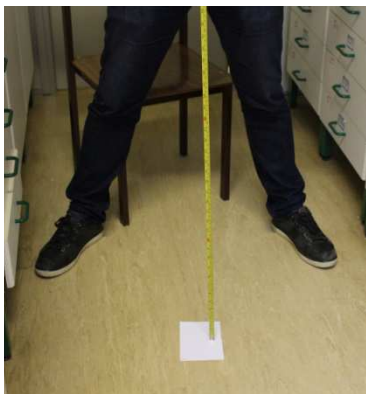


Figura 26 - Medição da altura para ser depositada a gota de sangue falso

3.3.3. Descoberta do ponto de impacto

A última atividade relacionada com os padrões de sangue foi pensada para que fosse possível aos alunos utilizarem noções de trigonometria para executarem o protocolo. Assim, o objetivo seria estudar o padrão deixado pelo sangue da vítima nas situações em que existe um golpe desferido com violência. Foi colocado papel para isolar a área e com uma esponja impregnada com aproximadamente 9ml de sangue falso foi desferido um golpe, com uma chave de fendas na esponja, a uma altura de 45 cm do papel, produzindo um padrão (Figura 27). A partir deste padrão deixado no papel é possível aos alunos seguindo os passos do protocolo, apresentado em anexo, descobrir o ponto de onde o golpe foi desferido, permitindo saber onde estaria a vítima.

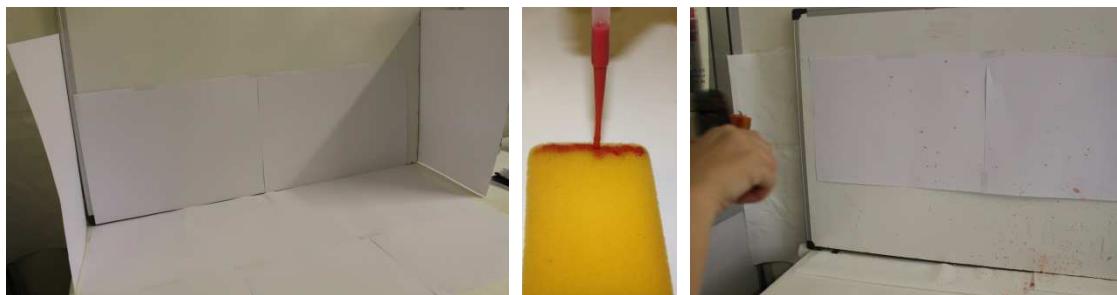


Figura 27 - Preparação da atividade de padrões de sangue

Depois de ser obtido o padrão é feita a medição dos ângulos e com linhas de costura é achado o ponto exacto de onde foi desferido o golpe.

3.4. Atividade 4 - Impressões digitais

Para o tema relacionado com impressões digitais foram propostos quatro protocolos com diferentes abordagens onde o objetivo seria utilizar diferentes métodos para extrair impressões digitais. O método 1 seria a revelação de impressões digitais através de pó de grafite, o segundo método seria a extração de impressões digitais através de supercola e o terceiro método tinha o objetivo de revelar impressões digitais através de vapores produzidos por cristais de iodo. O último método colocava a hipótese de os alunos recolherem as suas próprias impressões digitais estudando-as em seguida.

Com esta atividade será possível ao professor explicar como são colhidas as impressões digitais numa cena do crime, descrever as características das impressões digitais, identificar os tipos básicos das impressões digitais e determinar como é possível fazer a correspondência de uma impressão digital conhecida com uma recolhida num local do crime.

3.4.1 Revelação e extração de impressões digitais com pó de grafite e fita-cola

A grafite é eficaz na revelação de impressões digitais em superfícies como o vidro. Para que seja possível a sua visualização e depois extração é necessário pó para impressões digitais que pode ser adquirido ou em alternativa existe a possibilidade de usar grafite. Para esta possibilidade é necessário extrair grafite dos lápis e depois macerá-

la para que o mesmo se transforme num pó. Em seguida é colocada grafite em cima da impressão digital escolhida e com um pincel de penas são realizados movimentos circulares que visam a aderência da grafite à gordura deixada pela impressão digital. Para a sua extração é usada fita-cola que depois é colada num papel branco e identificada (Figura 28).

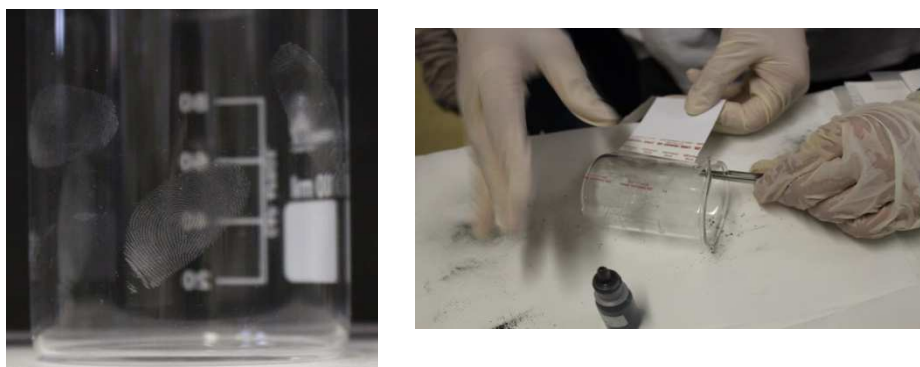


Figura 28 - Visualização e recolha de impressões digitais com fita-cola

3.4.2. Revelação de impressões digitais com vapor de supercola

O segundo método exige a utilização de uma *hotte* para que seja possível aos alunos procederem ao seu protocolo. Esta situação ocorre pelo facto de a supercola ser tóxica quando ingerida ou inalada por longos períodos. A base deste método é recorrer ao vapor deixado pelo aquecimento da supercola que se agarra às impressões digitais nos objetos que estiverem dentro da camara de fumo. Deixando a supercola num recipiente de alumínio, o objeto de onde vão ser retiradas as impressões digitais e um copo com água, dentro de uma camara a supercola é aquecida o que vai provocar a sua evaporação durante 30 minutos (Figura 29).



Figura 29 - Material para a execução da extração de impressões digitais com supercola

3.4.3. Revelação de impressões digitais com cristais de iodo

A terceira hipótese seria usar cristais de iodo para conseguir revelar impressões digitais ou outros vestígios em materiais onde a grafite ou a supercola não fossem tão eficazes. Para este protocolo os alunos apenas precisariam de utilizar dois ou três cristais de iodo, um papel com impressões digitais ou outros vestígios e um saco plástico transparente para que todo o material fosse colocado no seu interior. Depois de o fazer o saco seria fechado e abanado para que o ar nele contido conseguisse aquecer os cristais de iodo promovendo a sua evaporação que se iria agarrar aos vestígios do papel revelando-os (Figura 30).



Figura 30 - Execução da técnica de revelação de impressões digitais com cristais de iodo

3.4.4. Extração e estudo das próprias impressões digitais

O último método tem como pressuposto a revelação das próprias impressões digitais podendo depois os alunos as estudarem de acordo com as suas características. Este procedimento pode ser realizado através da aquisição de umas esponjas que contêm um óleo escuro que se agarra à epiderme e que permite, num papel, a revelação da impressão digital. A alternativa passa pela maceração de grafite ou riscar um papel com um lápis, onde depois de colocado o dedo por cima da mesma esta agarra-se ao suor libertado pelas glândulas sudoríparas existentes nas mãos sendo possível deixar num

papel essa impressão marcada. De seguida é feita uma análise às impressões digitais estudando as suas características (Figura 31).

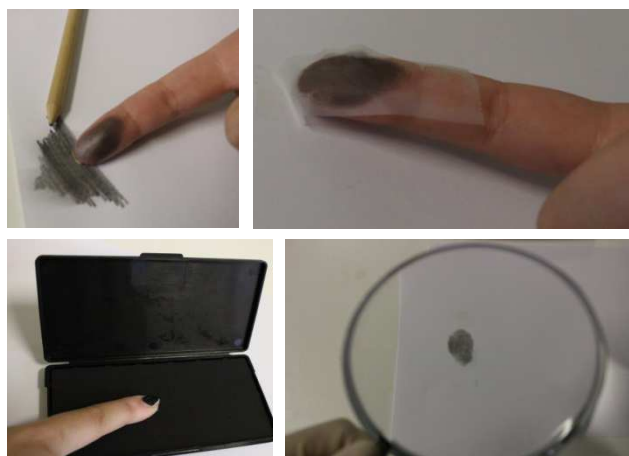


Figura 31 - Procedimentos para estudo das próprias impressões digitais

3.5. Avaliação das atividades tratadas – *Workshops* docentes

Para realizar uma avaliação às atividades propostas e recolher o feedback necessário para a sua otimização foram organizados três *workshops* realizados na Bulgária (Escola secundária em Sophia), em Portugal (Agrupamento de escolas José Estêvão) e no Reino Unido (Skipton Girl's High School), respetivamente.

Estes três encontros com os professores das escolas parceiras foram essenciais para perceber como alterar os protocolos para que fosse possível a sua execução nas salas de aulas. Nas três sessões de trabalho estiveram presentes 47 professores do ensino básico e secundário de diferentes disciplinas (Figura 32).

Foram colocadas perguntas em formato de inquérito (anexo 6) para que fosse possível comparar respostas entre os professores de diferentes escolas e países.

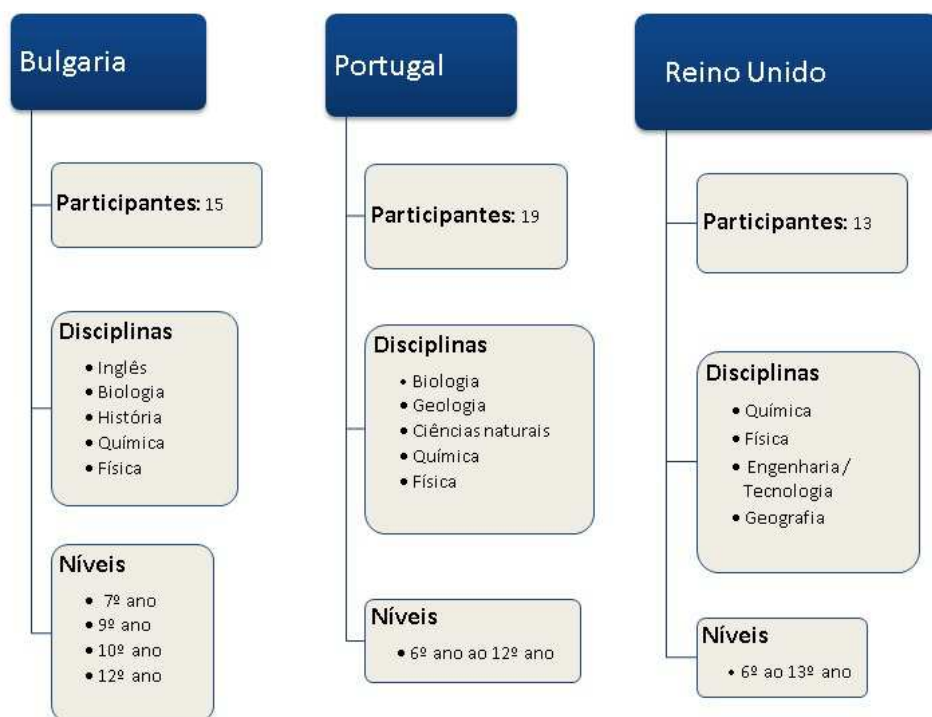


Figura 32 - Docentes participantes dos *workshops*

4. Resultados

4.1. Atividade 1 - Eletroforese

O protocolo otimizado desta atividade encontra-se em anexo a este documento.

4.1.1. Componentes para preparação da eletroforese em gel

A moldeira realizada a partir de uma embalagem de manteiga resultou em pleno pelo que foi imediatamente tomada como base para a realização de todos os géis que se fizeram a partir daí. Os alisadores também são bastantes úteis para conseguir uniformizar o gel enquanto ele solidifica. Para a tina de eletroforese foi utilizado um recipiente estilo Tupperware que funcionou bastante bem.

Os testes realizados com o pente criado, tendo como base a tampa da embalagem de manteiga, mostraram que o mesmo, por ser feito de um material bastante fino, sofria constantes oscilações que prejudicava a formação dos poços no gel.

O pente criado com a embalagem de shampoo revelou-se mais fiável uma vez que, sendo feito de um material mais resistente, mostrou-se ser o mais fiável, tornando os poços mais resistentes depois de solidificados.

4.1.2. Fonte de alimentação

Não existiram diferenças significativas no uso de pilhas 9V normais e recarregáveis, pelo que foi decidido utilizar as pilhas recarregáveis uma vez que permitiria a diminuição do custo total da atividade.

4.1.3. Eléttodos

Depois de realizar várias réplicas utilizando o papel de alumínio como eléctodos foi notado que o papel de alumínio se degradava muito rapidamente (Figura 33) atrasando também a migração das partículas, sendo necessárias corridas de cerca de 2h para que fosse possível verificar alguma separação. Os eléctodos utilizando o papel de alumínio foram excluídos.



Figura 33 - Eléttrodo de papel de alumínio degradado

Foram testados eléttrodos feitos com fio de cobre (Figura 34), o tempo de corrida diminuiu bastante e ao fim de 40min já era possível verificar a separação das bandas. Ao utilizar este tipo de eléttrodos o tampão torna-se laranja devido ao cobre que se vai libertando, isto acontece pois no cátodo o ião Cu^{2+} tem uma maior afinidade em receber elétrões, existindo uma descarga de iões Cu^{2+} no meio tornando-o alaranjado. Apesar de existir uma explicação química que pode ser usada pelos professores para introduzir aos alunos noções do processo de eletrólise, foi por nós procurada uma alternativa em que esta deposição de iões não fosse tão notória para que o gel não fosse “contaminado” com esta cor alaranjada que podia tornar mais difícil a visualização das bandas.



Figura 34 - Eléttrodo de fio de cobre, antes e depois da eletroforese

A alternativa encontrada foi a utilização de clips metálicos pois a sua composição maioritariamente de aço galvanizado torna-os altamente condutores de energia elétrica e também dificilmente degradáveis após várias utilizações. Para evitar que existam pontos de deterioração o clip tem que ser colocado na tina de modo a ficar submerso mas sem tocar com a sua extremidade no plástico (Figura 35).

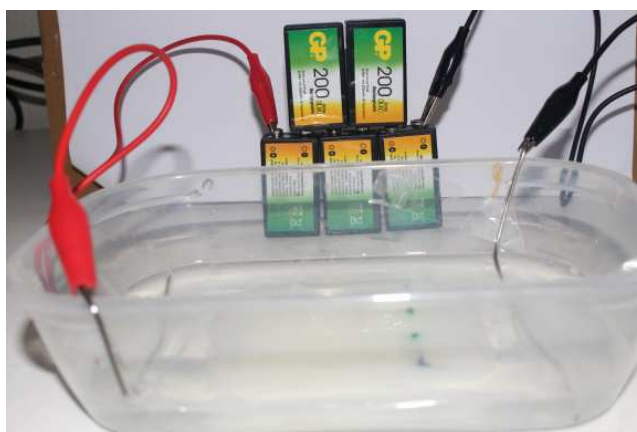


Figura 35 – Eletroforese realizada com cliques metálicos

4.1.4. Tampão

Com o refrigerante após alguns minutos da corrida o tampão começa a tornar-se azul (Figura 36), ainda que não fosse prejudicial para o gel ou mesmo para as amostras. Apesar de as amostras migrarem com a utilização do refrigerante, o tempo de corrida aumentou bastante com a utilização de 7UP em relação ao Bicarbonato de sódio, pelo que a opção do Bicarbonato de sódio foi tomada como a mais adequada tendo em conta o seu desempenho versus o seu custo.

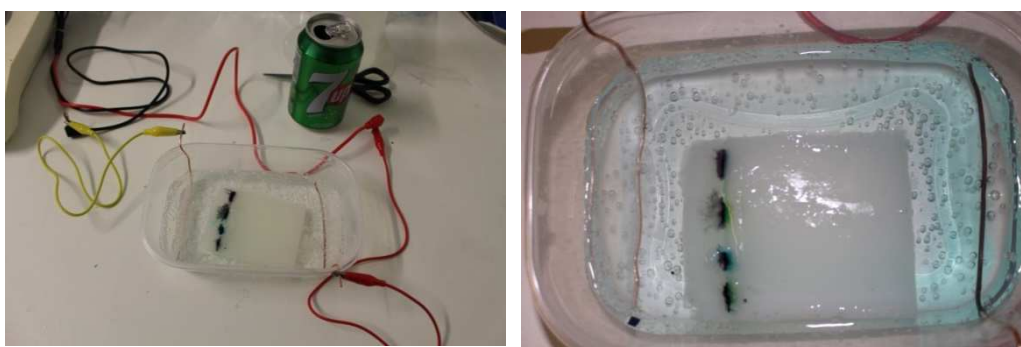


Figura 36 - Eletroforese corrida com tampão retirado de um refrigerante à base de soda

4.1.5. Gel

Para a substituição do gel de agarose foram testadas diferentes alternativas, sendo que os resultados também se mostraram distintos.

Gel à base de gelatina alimentar

O tempo de solidificação da gelatina é bastante demorado e tanto a uma concentração mais baixa como mais elevada a gelatina mesmo a uma voltagem baixa começa a deteriorar-se rapidamente nos cantos, derretendo e fundindo-se com o tampão (Figura 37), pelo que foi abandonada esta hipótese.



Figura 37 - Gel de gelatina completamente derretido

Gel composto por farinha de milho

Esta alternativa foi também eliminada uma vez que os poços eram bastante instáveis e frágeis. A cor amarelada da farinha (Figura 38) podia também levar a interpretações erradas por parte dos alunos.



Figura 38 - Gel de farinha de milho

Gel produzido com a utilização de amido de milho

Esta alternativa foi a que funcionou melhor tendo resultados semelhantes aos obtidos a quando da execução da eletroforese em gel de agarose (Figura 39).

A eletroforese foi então executada e os resultados estão evidenciados na figura seguinte. O gel é mais estável quando é retirado do congelador e usado de imediato, uma vez que a sua conservação no frio pode afetar os poços tornando-os mais sensíveis. Esta foi considerada a melhor alternativa para ser utilizada como suporte na eletroforese, sendo um material barato e fácil de encontrar em qualquer superfície comercial.

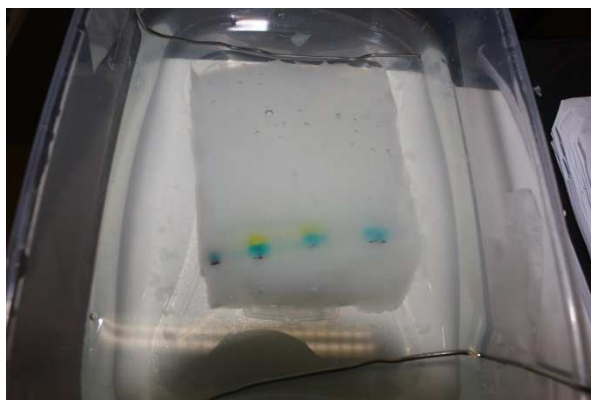


Figura 39 - Gel de amido de milho ainda intacto depois de eletroforese

4.1.6. Amostra

Após colocar os corantes extraídos dos M&M's nos poços foi corrida a eletroforese mas a mesma não demonstrou qualquer resultado, pelo que amostras resultantes desta técnica foram descartadas. A eletroforese realizada com amostras à base de guaches teve o mesmo desfecho não tendo existido migração das amostras no gel. Foi misturada clara de ovo, rica em proteínas com os guaches e replicada a eletroforese, ainda assim sem qualquer resultado. Assim, as amostras com tinta de guache foram eliminadas como possíveis alternativas ao ADN.

Após vários testes foi verificado que os corantes em gel com ou sem a adição de glicerol migravam de igual forma, este acontecimento deve-se ao facto de os corantes em gel já terem na sua composição glicerol pelo que não é necessária a sua adição à *posteriori*.

Ficou definido que as amostras a considerar seriam as que continham uma gota de corante em gel turquesa, violeta, verde e vermelho, às quais se adiciona 200 µl de betadine para todas elas terem cores parecidas. Esta decisão deveu-se ao facto de estas cores conseguirem substituir as amostras de ADN num caso de paternidade. O gel verde, que depois de migrar se torna azul + amarelo claro seria o substituto da amostra da mãe. O gel vermelho, que depois de migrar forma uma banda vermelha, seria a amostra do pai verdadeiro. O gel violeta ao migrar no gel formará uma banda azul e outra vermelha, podendo substituir a amostra do filho, pois como Ser heterozigótico teria herdado a cor azul da mãe e amarela do pai. Por fim o gel turquesa que depois de migrar forma duas bandas, uma azul e outra amarela mais escuro, seria a amostra que substituíria o ADN do “pai falso”. Para que a visualização das bandas seja mais clara pode existir a necessidade de virar o gel ao contrário, uma vez que o outro lado está mais uniformizado permitindo distinguir melhor cada uma das bandas.

4.2. Atividade 2 - Detecção e classificação de sangue

O protocolo desta atividade encontra-se em anexo a este documento.

4.2.1. Teste de Fenolftaleína ou método de Kastle-Meyer

Ao realizar este procedimento foi perceptível que mais do que em todos os outros os procedimentos de segurança tinham que ser respeitados porque os vapores resultantes do aquecimento da solução com fenolftaleína são bastante intensos e podem ser perigosos se inalados. Depois da execução de todos os passos do protocolo foram colocados os reagentes em diferentes recipientes conta-gotas (Figura 40) e realizados os ensaios, sendo que os resultados estão apresentados em seguida.



Figura 40 - Reagentes colocados em tubos conta-gotas

Controlo positivo

O procedimento executado com sangue de porco foi executado com sucesso e os resultados foram esclarecedores. A solução preparada em laboratório resulta e é capaz de identificar a presença de sangue seco num tecido (Figura 41).



Figura 41 - Reação positiva

Controlo positivo com Kastle-Meyer e Peróxido de hidrogénio no mesmo recipiente

A junção dos reagentes Kastle-Meyer com peróxido de hidrogénio no mesmo recipiente mostrou que apesar de em todos os protocolos pesquisados os mesmos aparecerem em separado, ao se juntarem mantêm a capacidade de revelar a presença de sangue (Figura 42).



Figura 42 - Reação positiva
utilizando no mesmo recipiente
Kastle-Meyer e Peróxido de
Hidrogénio

Ensaio A - Amido da batata

A utilização de amido extraído da batata revelou-se infrutífera uma vez que a reação não aconteceu (Figura 43). O cotonete manteve-se da mesma cor que apresentava antes da junção com os reagentes propostos no protocolo.



Figura 43 - Inexistência de reação entre o amido da batata e o teste de Kastle-Meyer

Ensaio B – Óxido de ferro de pregos

A junção de óxido de ferro, extraído de pregos antigos, resultou em mais um negativo (Figura 44). Ao contrário do esperado o ferro presente na ferrugem parece não provocar a reação ácido base capaz de tornar o cotonete rosa choque.



Figura 44 - Teste negativo com óxido de ferro

Ensaio C – Produto farmacêutico com alto teor de ferro

Mais uma vez o teste resultou num negativo, mesmo depois de macerado e diluído numa pequena quantidade de água destilada o fármaco não reagiu na presença dos reagentes (Figura 45).



Figura 45 - Reação negativa entre o fármaco e o teste de Kastle-Meyer

Ensaio D – Água resultante de descongelação de carne

A utilização de água extraída da descongelação de carne mostrou resultados um pouco dúbios, uma vez que parece ter existido uma pequena reação com os reagentes, ainda assim os resultados poderiam levar em erro os alunos uma vez que a reação foi muito suave e quase imperceptível (Figura 46). Para que os resultados sejam mais claros é preciso deixar o sangue, extraído da descongelação de carne, secar num pedaço de tecido, tornando o teste mais eficaz.

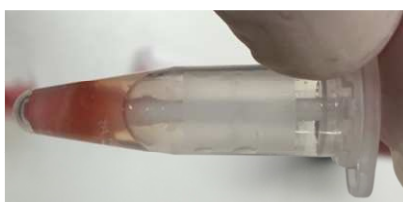


Figura 46 -Reação entre sangue de carne descongelada e teste Kastle-Meyer

A utilização de sangue de porco é o tipo de amostra mais eficaz para a realização do teste. O ensaio D demonstra também resultados interessantes se for executado depois da secagem da amostra de sangue num tecido. Os restantes ensaios foram descartados.

4.2.2. Classificação sistema ABO utilizando sangue artificial

Esta classificação utiliza apenas sangue artificial devido às limitações impostas pelas regras de segurança que impedem os alunos do ensino básico e secundário de trabalhar com sangue humano.

Método 1

Os resultados do teste não foram os esperados pois depois de vários minutos a agitar o tubo para que houvesse homogeneização da solução o mesmo não foi alcançado existindo sempre resíduos a flutuar que poderiam trazer complicações aquando da observação da existência de aglutinação ou não. O segundo passo foi filtrar as soluções com filtros de café da marca continente, os resíduos diminuíram significativamente mas ainda assim continuavam a existir principalmente no sangue do grupo B. Procedeu-se

ainda ao aquecimento das soluções em banho-maria a 50°C mas o problema manteve-se. Este protocolo foi depois descartado.

Método 2

No segundo método, todos os grupos sanguíneos e os seus antissoros ficaram dissolvidos em solução, exceto o grupo B onde depois de se colocar o corante encarnado em gel evidenciou precipitação do próprio corante. Foi verificado que se o pH da solução fosse inferior a 4.0 o corante vermelho poderia precipitar. Foi realizada a medição e o pH da solução encontrava-se abaixo dos 4.0, mais concretamente a 3.76. Pensou-se em aumentar o pH da solução com a adição de Hidróxido de sódio (NaOH), o resultado foi excelente e a solução estava outra vez homogeneizada. A questão que se colocava era se esta adição iria influenciar os resultados. Foram colocadas duas gotas da solução do grupo B e duas gotas de antissoro B, o resultado foi o esperado, ou seja, houve aglutinação. Para controlo foram adicionadas duas gotas do sangue do grupo B e duas gotas de antissoro A e o resultado foi o contrário do esperado uma vez que voltou a aglutinar. Daqui conseguimos concluir que a presença, ainda que diminuta, de NaOH influenciava os resultados.

Método 3

Voltámos a procurar explicações para esta situação e verificou-se que os corantes em gel tinham mais ácidos na sua constituição do que os corantes líquidos da marca Globo. Foi realizada uma nova preparação mas desta vez foram utilizados os corantes alimentar líquidos da marca Globo. A precipitação de resíduos desapareceu pelo que os testes puderam prosseguir, como o exemplo que é demonstrado pela imagem seguinte (Figura 47).



Figura 47 - Sangue para identificação e respectivos antissoros

Apesar da aglutinação entre o sangue do grupo A e o antissoro A ser diferente da aglutinação entre o grupo B e o antissoro B, consegue-se verificar claramente as diferenças entre aglutinação e não aglutinação. Os diferentes tipos de sangue foram preparados no dia 25 de setembro de 2015 e testados continuamente todos os dias mantidos à temperatura ambiente sem estarem expostos ao sol. O sangue do grupo B tornou-se menos efetivo passados 15 dias de armazenamento, perdendo o seu poder de aglutinação quando misturado com o antissoro B. Assim é recomendado que ao fim de dez dias o sangue do grupo B seja novamente produzido para garantir uma aglutinação que não deixe dúvidas aos alunos (Fig. 48).

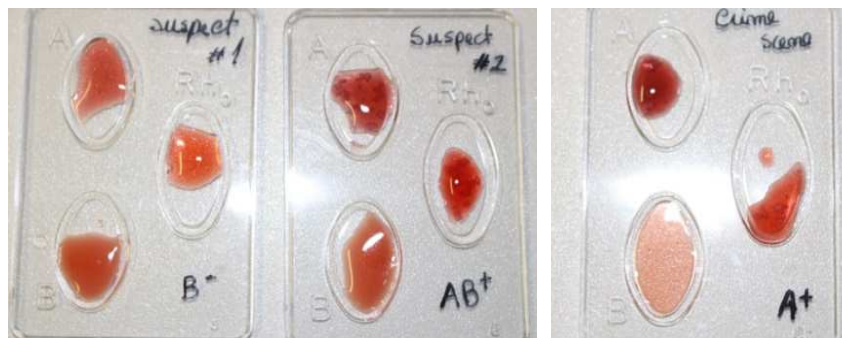


Figura 48 - Diferentes aglutinações

4.3. Atividade 3 - Padrões em manchas de sangue

O protocolo desta atividade encontra-se em anexo a este documento.

Otimização sangue artificial

Para realizar experiências relacionadas com padrões de sangue foi necessário ultrapassar questões éticas e de segurança que eram fundamentais. Como já explicado anteriormente seria impossível utilizar sangue verdadeiro e o sangue alternativo teria que ser produzido de forma a não conter químicos que pudessem por em risco a saúde dos alunos e a sua roupa uma vez que a execução destes protocolos obriga a um contacto direto com o líquido que substitui o sangue.

Primeira otimização

Foram feitos alguns testes com gotas de sangue artificial e verificou-se que o mesmo estava bastante concentrado pois o glicerol contém uma viscosidade bastante elevada (Figura 49). Foi pensado diluir o glicerol para colocar na solução anterior, ainda assim na mesma altura surgiu a hipótese de colocar caramelo líquido em vez do glicerol por ser um material mais fácil de adquirir em qualquer país e barato.



Figura 49 - Primeira tentativa para realizar sangue falso

Segunda otimização

Desta vez a viscosidade e a textura estava mais parecida com a retratada na bibliografia, ainda assim estava um pouco espesso em demasia e a cor estava baça. Existe também a formação, normal, de duas fases que neste caso passados alguns dias se torna bastante difícil de voltar a homogeneizar a solução (Figura 50).



Figura 50 - Segunda tentativa de produção de “sangue artificial”

Otimização final

Com este protocolo foi possível verificar que tanto a viscosidade como a textura estavam mais de acordo com a realidade. As duas fases depois de alguns dias de repouso voltavam a homogeneizar agitando o conteúdo durante poucos segundos (Figura 51). Era necessário proceder aos testes referidos no mesmo protocolo para que fosse possível comprovar e registar os resultados.



Figura 51 - Otimização final do “sangue artificial”

4.3.1. Deposição de gotas de sangue em diferentes ângulos

Os resultados tornaram-se mais fiáveis e possíveis de comparar com a pesquisa que tinha sido realizada acerca desta matéria. Foi ainda feita uma comparação entre o nosso sangue falso e o que é adquirido num *kit* comercial da *Ward's*. Os resultados mostram que o “sangue artificial” produzido em laboratório consegue retratar de uma forma mais exata a realidade. Contudo tornou-se bastante difícil a medição dos ângulos pelo facto de que o placar branco impedia a medição dos ângulos mais pequenos pois o transferidor não ficava na posição ideal (Figura 52).



Figura 52 - Padrão deixado por uma gota numa superfície a 10º

Com a colocação da fita-cola em vez do placard foi possível uma medição mais correta de todos os ângulos. O que foi verificado no teste 1 tornou-se ainda mais notório no teste 2, as gotas de sangue deixam rasto desde os 0º até aos 30º, a partir deste ângulo as gotas começam a ficar presas no papel (Figura 53).

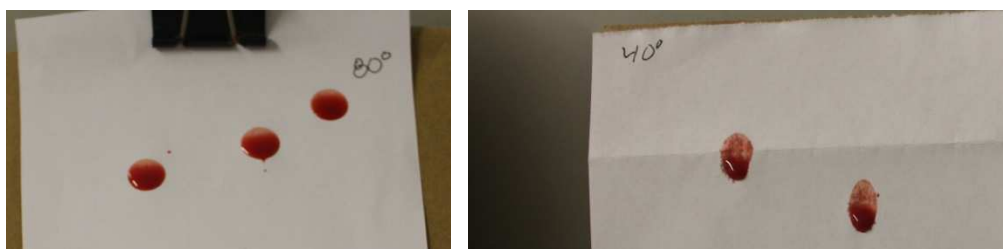


Figura 53 - Testes em superfícies a 40º e 80º

4.3.2. Deposição de gotas de sangue a diferentes alturas verticalmente

Na atividade onde era estudado o padrão deixado por uma gota quando era depositada verticalmente a diferentes alturas, no caso 25, 50, 100, 150, 200 e 250 centímetros, os resultados foram os esperados. As gotas de sangue aumentam de tamanho de forma clara entre os 25 e os 200 centímetros, sendo que depois desta altura e apesar de existir um aumento do diâmetro da gota, quase já não se notam diferenças (Figura 54).



Figura 54 - Diferentes diâmetros produzidos por gotas depositadas a alturas diferentes

4.3.3. Descoberta do ponto de impacto

Na atividade que relaciona os padrões deixados pelo sangue numa superfície quando uma suposta vítima é atingida por um objeto a determinada altura e com um determinado ângulo ocorreu com sucesso. A medição dos ângulos e a colocação das linhas (Figura 55) mostra que é possível chegar ao ponto de impacto usando o arco seno dos ângulos medidos com a ajuda das linhas.

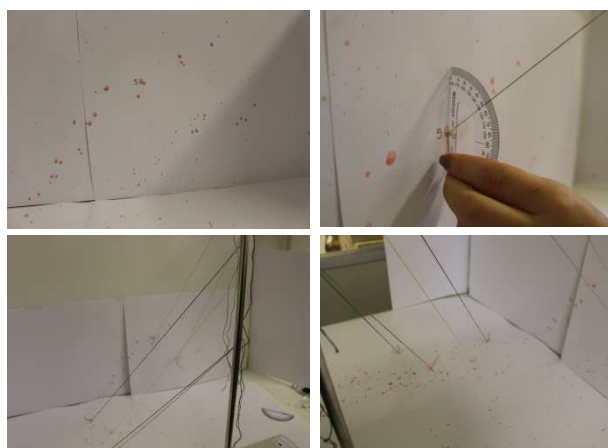


Figura 55 - Padrões de sangue e medições

4.4. Atividade 4 - Impressões digitais

Os protocolos foram testados de acordo com as suas instruções e preparados para que fosse possível a sua integração na sala de aula. Todos os métodos resultaram nos

testes efetuados e foram apenas feitos ajustes quanto ao tempo de cada atividade uma vez que essa é uma das questões fundamentais a otimizar em cada um dos protocolos. Na seguinte imagem (Figura 56) ficam algumas impressões digitais recolhidas com diferentes técnicas. O protocolo desta atividade encontra-se em anexo a este documento.

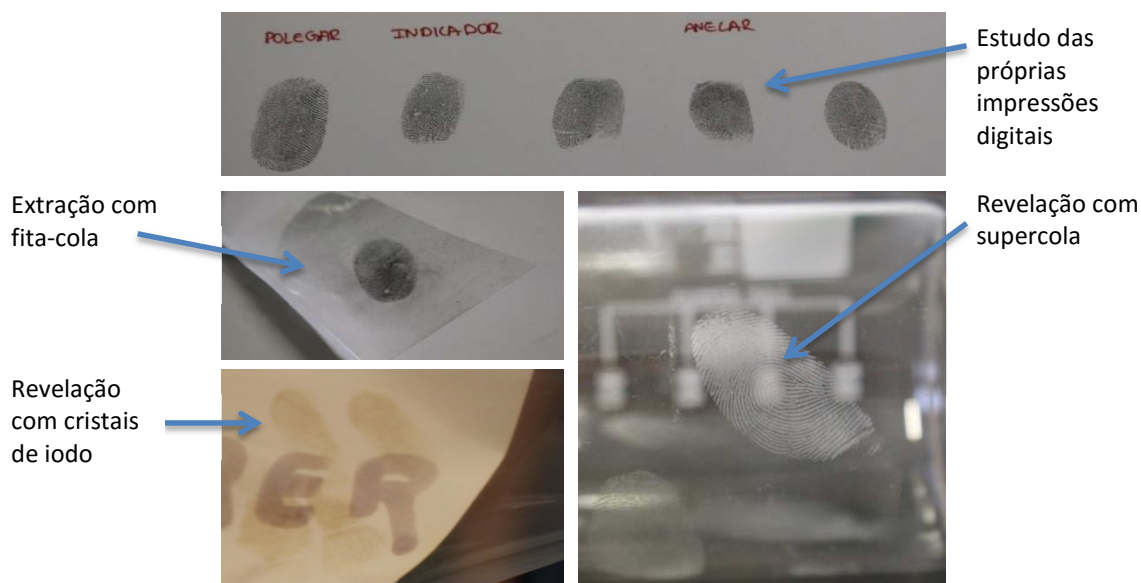


Figura 56 - Diferentes impressões digitais, recolhidas com diferentes técnicas

4.5. Avaliação das atividades tratadas – *Workshops* docentes

Depois de concluídos os *workshops* foi estabelecido que o feedback recolhido iria ser analisado pela equipa de laboratório.

Para que fosse estabelecida uma melhor perceção e relação entre as respostas dos professores dos diferentes países foi feito um tratamento de todos os dados recolhidos em cada um dos locais e organizados em conjunto. Os gráficos 1 e 2 retratam esse tratamento. É necessário compreender que nestes *workshops* foram realizadas atividades que estão para além das escrutinadas neste trabalho, uma vez que os mesmos foram realizados no âmbito do projeto Euro4Science.

Quais as atividades mais interessantes para o ensino da sua disciplina?

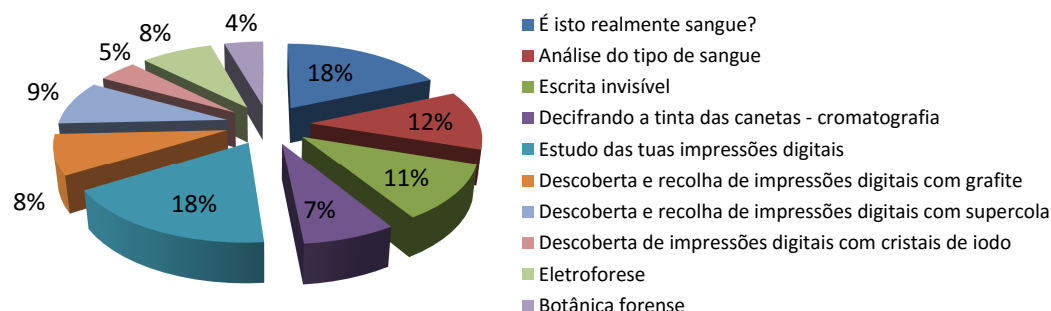


Gráfico 1 - Tratamento de dados recolhidos da primeira questão colocada nos três *workshops*

O tratamento conjunto dos dados pode mostrar-nos que existem três grupos distintos de experiências com diferentes impactos nos professores dos diferentes países. As atividades com mais interesse para a globalidade dos professores foram as atividades “É isto realmente sangue?” e “Estudo das tuas impressões digitais”. De seguida temos o conjunto de experiências “Análise do tipo de sangue” e “Escrita invisível”, onde devemos referir que apesar de apenas ter sido realizada em dois dos três *workshops*, a “Análise do tipo de sangue” foi um sucesso pois tendo em conta a tendência verificada seria expetável que sendo realizada nos três *workshops* seria em conjunto com as duas primeiras atividades referidas uma das mais votadas também pelos professores. O terceiro conjunto de atividades foi repartido pelos restantes protocolos havendo um grande equilíbrio, sem esquecer também que a “Descoberta de impressões digitais com cristais de iodo” e “Botânica forense” apenas foram realizados em dois dos três *workshops*.

Em seguida foi então feito o tratamento de dados com base no que os professores acham quanto à atratividade das atividades para os seus alunos (Gráfico 2).

Quais atividades pensa serem mais atrativas para os seus alunos?

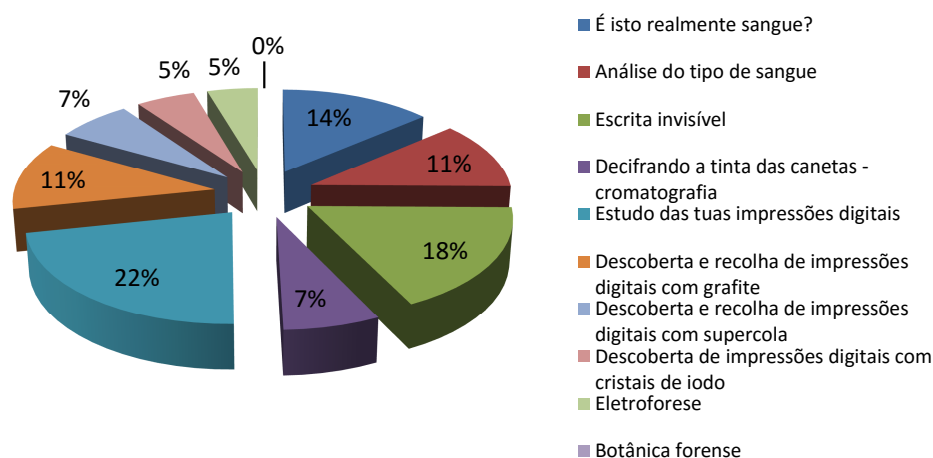


Gráfico 2 - Tratamento de dados referentes à segunda questão colocada nos três *workshops*

Neste gráfico podemos verificar que para os professores a atividade que será mais atrativa para os seus alunos será “Estudo das tuas impressões digitais” pelo facto de ser bastante visual e também pessoal torna a atividade mais interativa e interessante para os alunos, enquadrando-se na temática das células da pele bem como das suas glândulas. O protocolo “Escrita invisível” também representa uma grande fatia de possível melhoria na motivação dos alunos, pois mais uma vez é uma atividade simples e bastante visível podendo-se enquadrar na temática do espectro de cores (absorção e reflexão) assim como nos componentes químicos do que é utilizado como tinta e a sua relação com uma fonte de calor. As atividades “É isto realmente sangue?”, “Análise do tipo de sangue” e “Descoberta e recolha de impressões digitais com grafite” seguem também como experiências que os professores acham que serão mais atrativas entre os seus pupilos uma vez que estão relacionadas mais diretamente com as séries policiais que entram em casa de cada pessoa diariamente. Os restantes protocolos repartem entre si as preferências.

Para completar e adicionar mais-valia ao feedback dos professores foram colocadas mais 4 questões em cada um dos *workshops* e os dados foram tratados em conjunto para que depois fosse possível a otimização das atividades em laboratório. As questões estão apresentadas em seguida pelos gráficos representados na figura 57.

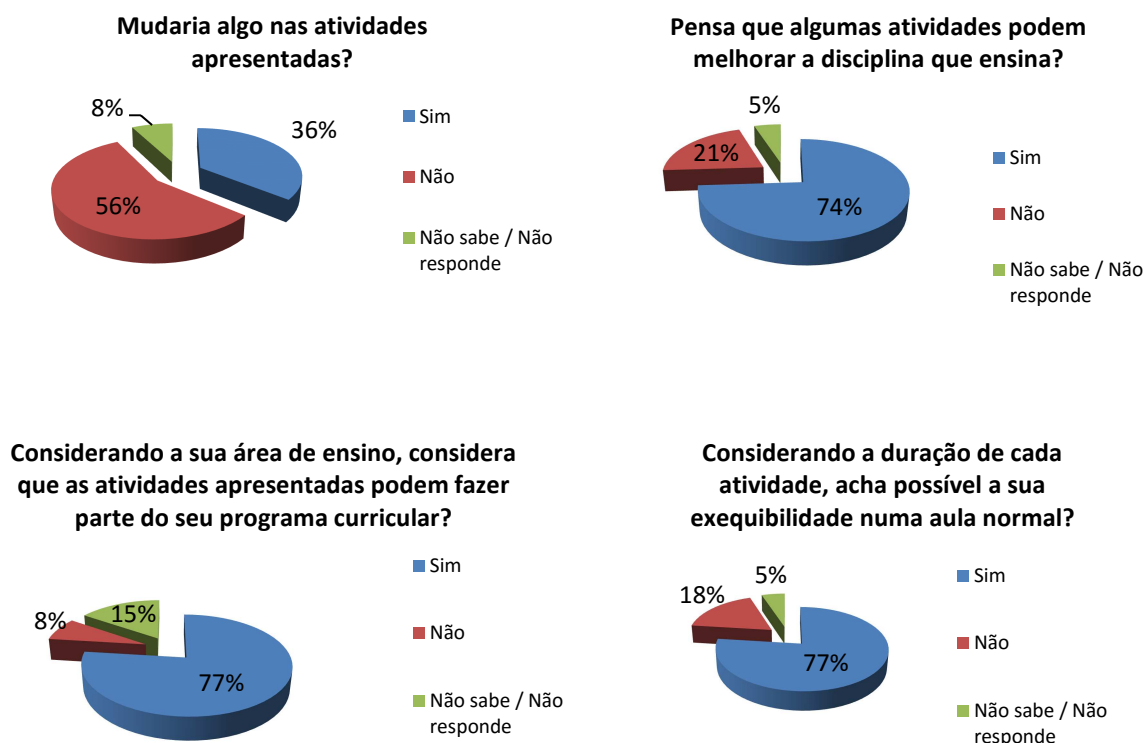


Figura 57 - Conjunto de gráficos com dados referentes às restantes questões colocadas nos *workshops*

Das perguntas efetuadas em todos os *workshops* podemos aferir que na sua globalidade existiu uma aceitação positiva por parte dos professores para as atividades apresentadas, sendo que é de referir como é possível verificar por um dos gráficos da figura 57, alguns professores lecionam assuntos fora do alvo da caixa de ferramentas CSI. Do feedback recolhido foi possível perceber que para os professores a utilização destas atividades no programa curricular iria aumentar o interesse dos alunos pelos conteúdos lecionados pois ajudam a explicar a teoria de uma forma mais prática e ativa e incrementam o entusiasmo em tornar a carreira científica uma possibilidade mais provável quando se candidatarem à universidade. Para a otimização da *Toolbox* e das suas atividades foi percebido que existe a necessidade de tornar os protocolos exequíveis em 40 minutos, sendo para isso necessária a preparação prévia, por parte dos professores ou alunos, de alguns reagentes ou passos do protocolo.

5. Conclusões

Os trabalhos conducentes à presente dissertação tiveram como base a exploração do projecto Euro4Science. O projeto europeu Euro4Science financiado pelo programa Erasmus+ e coordenado pela Universidade de Aveiro constitui uma oportunidade de promoção da transdisciplinaridade e do incentivo de práticas inovadoras nas escolas através de uma parceria estratégica que inclui uma universidade (Universidade de Aveiro), escolas como o Agrupamento José Estêvão e a Skipton High School, em Portugal e Reino Unido, respectivamente e associações do sector educativo, na Bulgária, Know and Can Association e empresa de inovação-educação, em Portugal (Inova+) e na Polónia (INcrease).

Aproveitando a popularização das séries televisivas como *CSI* e *Bones*, entre outras e a mediatização dos casos judiciais, este projeto idealizou, testou e desenvolveu no Laboratório de Genética Aplicada do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro um *kit* educacional de ciências forenses ou “*CSI Toolbox*” em quatro línguas diferentes (Inglês, Português, Búlgaro e Polaco) tendo em vista a sua utilização de forma integrada com os conteúdos curriculares das escolas europeias dos alunos do 9º ao 12º ano.

Para a concretização desta meta foi necessária a participação e o compromisso de alunos de Licenciatura, de Mestrado e de voluntários durante mais de 6 meses em contexto de laboratório universitário. Aproveitando vários eventos realizados na Universidade, como as competições BEST (Board of European Students of Technology) e NEB (Núcleo de Estudantes de Biologia), Academia de verão e visitas pontuais ao laboratório foram realizadas várias ações de disseminação do projeto a fim de averiguar o impacto e a eficácia das atividades propostas. Foram também realizados *workshops* creditados para professores nos países parceiros do projeto: Portugal, Bulgária e Reino Unido. Estes *workshops* demonstraram-se decisivos, pois serviram para apresentar e testar o kit possibilitando a averiguar os ajustes necessários nomeadamente no que diz respeito ao tempo de aula disponível, para realização das atividades. Nestes *workshops* foi também evidente que a receção dos professores ao projeto e ao kit tornar-se-ia num

sucesso aquando da sua apresentação aos alunos. As temáticas educativas abordadas numa vertente experimental e assentes no tema mãos na ciência (“Hands-on-Science”) permitem aos professores apresentar os conteúdos curriculares de uma forma mais apelativa e motivadora para os alunos. Num total superior a 400 participantes (dados recolhidos até novembro 2015), entre professores e alunos, foi possível mobilizar toda a comunidade escolar em torno do projeto e assim atingir os objetivos propostos sendo que na sua globalidade entre professores e alunos participantes foi visível o impacto positivo do projeto. Um dos indicadores promissores foi a adesão da comunidade escolar, aquando da realização das ações de disseminação nessas escolas ou no laboratório do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

O projeto prevê ainda a organização de semanas *CSI* ou “*CSI weeks*” onde alunos de todas as escolas parceiras (Portugal, Bulgária e Reino Unido) vão poder participar em cada uma das semanas nos diferentes países parceiros promovendo a troca de conceitos e culturas. Estas semanas foram concebidas como um complemento ao *kit* educacional de ciências forenses e constituem uma oportunidade para a apresentação de uma série de iniciativas protagonizadas pelas escolas secundárias europeias participantes levando à disseminação e envolvimento quer de outras escolas, quer dos *stakeholders* (profissionais de justiça, pais, municípios, etc.).

É necessário compreender que para que as escolas consigam reproduzir os protocolos experimentais (Anexos) necessitam de realizar um esforço com a perspetiva de que caminharão no sentido de contribuir para um maior entusiasmo dos alunos para com as ciências e tecnologias. Para a realização das atividades propostas as escolas poderão optar pela aquisição de material laboratorial em empresas especializadas ou pela utilização de material de baixo custo e reutilizável proposto neste documento e no projeto Euro4Science. A título de exemplo e utilizando uma atividade proposta: a Eletroforese em gel de amido, 10 vezes menos que o adquirido numa empresa de material laboratorial, sendo que no seu total a “*CSI Toolbox*” terá um custo aproximado de 1000 euros.

Realizando uma análise global a cada uma das atividades propostas podemos concluir que as mesmas têm como ponto forte a utilização de material de baixo custo e

reutilizável. Despertam também a capacidade para que os alunos possam descobrir novas formas de fazer ciência com materiais que no seu dia-a-dia utilizam para outro tipo de atividades. Como limitações pode-se referir que muitas vezes o material disponível em cada escola não existe ou não é adequado e a realidade económica em que a mesma escola está inserida não permite que a curto prazo o mesmo seja adquirido ou que exista um melhoramento das infraestruturas, por exemplo a colocação de uma *hotte* para a concretização de experiências que libertem gases tóxicos.

A Eletroforese em gel de amido revela a possibilidade de os alunos aprofundarem os conceitos de campo elétrico e de condutividade de energia elétrica. O facto de as amostras serem realizadas a partir de corantes alimentares torna extremamente fácil a utilização dos mesmos para substituir amostras de ADN garantindo que se o protocolo for executado corretamente seja possível ter resultados semelhantes ao protocolo utilizado com materiais mais sofisticados. A minuciosidade de algumas etapas da atividade bem como o tempo necessário para a eletroforese estar concluída são aspetos que os professores têm que levar em conta aquando da preparação para a execução da mesma.

As atividades relacionadas com o sangue e os grupos sanguíneos permitem aos alunos visualizarem de que forma a aglutinação ocorre e como se comporta o sangue quando são formados padrões em superfícies como o chão ou paredes. Permitem também que seja perceptível verificar como são executados os testes para a identificação da presença ou ausência de sangue numa amostra ou evidência. A preparação de vários tipos de sangue artificial testa a capacidade de os alunos seguirem um protocolo científico e também as suas regras de segurança. O facto de as suas características não serem visíveis ao microscópio é um ponto que precisa de ser considerado. A complexidade de alguns processos também é um fator a ter em conta, uma vez que para ser executado o protocolo do método de *Kastle-Meyer*, por exemplo, é necessário que o professor tenha em atenção a preparação da solução e exige que sejam respeitados todos os procedimentos para garantir que os alunos trabalhem em segurança.

As atividades relacionadas com o estudo, extração e revelação de impressões digitais são uma forma interessante para os professores abordarem as temáticas relacionadas com o corpo humano e a identificação individual humana. Mais um vez o

fácil acesso aos materiais necessários para execução dos protocolos são pontos extremamente positivos para a realização das experiências sugeridas. Também aqui é importante que se cumpram as regras de segurança estabelecidas no protocolo, o que por um lado pode ser complicado quando se trabalha com um grupo grande de alunos, por outro lado exige da parte desses alunos maturidade e o cumprimento de regras fundamentais quando se trabalha em laboratório.

Para o futuro seria interessante considerar a hipótese de a própria escola construir os materiais para a execução dos protocolos. Desta forma o primeiro passo foi dado com o desenho em 3D de placas idênticas às da figura 48 (pág. 54), onde através da aquisição de uma impressora 3D seria possível aos alunos da escola projetarem e imprimirem os componentes rígidos, como as placas, moldeiras, pente, tina de eletroforese, etc., constantes em cada um dos protocolos apresentados. Esta inclusão pode também originar a integração destas atividades, na vertente de conceção do protocolo, em disciplinas mais específicas normalmente presentes nos cursos profissionais.

Será também importante considerar que a integração das atividades em categorias representa o esboço de como serão classificadas as experiências e em que grupos poderão estar incluídas. Assim, os professores poderão ter uma perceção mais clara de onde poderão integrar as experiências nos conteúdos do programa que lecionam.

A experimentação científica através do manuseamento de material didático torna-se eficaz na prática docente perante a abordagem de conteúdos que, muitas vezes, são de difícil compreensão pelos estudantes.

A visualização e o manuseamento permitem aos estudantes uma melhor apreensão dos conteúdos, favorecendo o seu desenvolvimento cognitivo.

A visualização favorece um melhor entendimento e incentiva a participação dos estudantes. Por outro lado, a confeção e o uso de materiais de baixo custo, fomenta as boas práticas, também importante no processo ensino-aprendizagem.

A abordagem de assuntos teóricos de forma prática e clara é sem dúvida uma mais-valia no processo de aprendizagem, sobretudo quando recorre a materiais de fácil aquisição e aplicação.

Numa eventual continuação do Projeto *Euro4Science*, seria importante fomentar entre professores e alunos alguns debates relacionados com as questões de ética, legislação e psicologia forense. Estas questões, poderiam ser um novo capítulo no guião integrante do *kit*, permitindo a abrangência de outras disciplinas, como o português, a filosofia e a psicologia.

Pelo interesse mediático que desperta nos mais jovens, a genética forense é cada vez mais uma ferramenta que pode ser utilizada para aproximar os alunos das áreas científicas e tecnológicas pelo que os protocolos apresentados vêm dinamizar os temas abordados e chamar a si o interesse que tem crescido nos quadrantes mais jovens da sociedade. É nesta base que o projeto Euro4Science se assume como inovador e capaz de contribuir para a melhoria da qualidade do sistema de ensino onde a componente prática é cada vez mais escassa, o que se reflete numa desmotivação crescente dos estudantes pela área das ciências.

Apesar de terem sido levados em conta inúmeros aspetos e ultrapassadas as suas limitações, existem outras a nível estrutural que terão que ser as escolas a ultrapassar. O programa curricular encontra-se ultrapassado e com *timings* bastante curtos para que todos os conteúdos sejam lecionados, deixando pouco espaço para que a criatividade dos alunos seja explorada. Uma das ideias que poderia ser aproveitada reflete a aproximação do aluno aos conteúdos chave e a liberdade de o professor, ou da escola, decidirem qual a melhor estratégia para que todos os alunos conseguissem apreender esses mesmos conteúdos. Esta alternativa conseguiria introduzir novas estratégias em que protocolos e atividades como as apresentadas neste trabalho poderiam ser integrados.

Será ainda importante, a nível futuro, realizar um estudo de impacto em sala de aula para verificar se os indicadores recebidos, em todas as iniciativas onde o projeto foi demonstrado, são de facto possíveis de replicar em contexto escolar.

Bibliografia

Bertino, A. J. & Bertino, P. N. (2012). Forensic Science: Fundamentals & Investigations.
USA: Cengage

Bloom, M.V., Freyer, G.A. & Micklos, D.A. (1996a). Detection of a VNTR Polymorphism by
Polymerase Chain Reaction. Laboratory DNA Science, 359-371. Menlo Park, CA:
Benjamin/Cummings

Funkhouser, J. & Deslich, B. (2000). Integrating forensic science. The science teacher,
67(6), pages 32-35

Garfield, E. (1996) How can impact factors be improved? BMJ 313, pages 411-413

Schweitzer, N. J. & Saks, M. J. (2007). 'The CSI Effect: Popular fiction about forensic
science affects the public's expectations about real forensic science' Jurimetrics 47,
pages 357-364

Gill, P., Jeffreys, A. & Werrett, D. (1985). Forensic application of DNA 'fingerprints', Nature
318, pages 577-579

Goodwin, W., Linacre, A. & Hadi, S. (2007). An introduction to Forensic Genetics. New
York, USA: Wiley-Blackwell

Goodwin, W., Linacre, A. & Hadi, S. (2011). An introduction to Forensic Genetics. New
York, USA: Wiley-Blackwell

Gopnik A. (2009). The Philosophical baby: What Children's minds tell us about truth, Love,
and the Meaning of life. New York, USA: Farrar, Straus and Giroux

- Green, M. L., Novakofski J., Green, R. W., Manjerovic & M. B., Mateus-Pinilla, N. (2014). The American Biology Teacher, Vol. 76, No. 9, pages 615-619
- Hughes-Jones, N. C. & Gardner, B. (2002). Historical review. Red cell agglutination: the first description by Creite (1869) and further observations made by Landois (1875) and Landsteiner (1901). British Journal of Haematology 119, pages 889-893
- Jeffreys, A. J., Wilson, V. & Thein, S. L. (1985). Individual-specific 'fingerprints' of human DNA. Nature, 316(6023), pages 76-79
- Jobling, M. A. & Gill, P. (2004). Encoded evidence: DNA in forensic analysis, Nat. Rev. Genet. 5, pages 739-752
- Jones, A. W. (2007). The distribution of forensic journals, reflections on authorship practices, peer-review and role of the impact factor. Forensic Science international 165, pages 115-128
- Michaelides P. G. (2015). Why-, Ways-, Whom-, When-, What-, and Who- to teach in Science and technology. Hands-on Science. Brightening our future, pages 1-17
- Ministério da educação e ciência (2015). Organização do sistema educativo português. Euroguidance – Direção-geral da educação. Acedido Setembro 17, 2015 em <http://euroguidance.gov.pt/index.php?c=int&id=2>
- Nussbaumer, C., Gharehbaghi-Schbell, E. & Korschineck, I. (2006). Messenger RNA profiling: a novel method for body fluid identification by real-time PCR, Forensic Sci. Int. 157, pages 181-186
- Roth, W., Goulart, M., Mafra, M. I. & Plakitsi, K. (2013). Science education during early childhood. A cultural historical perspective, page 14

Scott, M. L. (2004). The complexities of the Rh system. *Vox sanguinis* 87 (suppl. 1), pages 58-62

Souto L., Tavares F., Moreira H., Fidalgo, R. & Pinho R. (2015) Euro4Science: Forensic Science Education Toolbox – Demonstration of beta version. Hands-on Science. Brightening our future, pages 197-200

Souto L., Moreira H., Tavares F., Pinho R. & Fidalgo, R. (2015). Euro4Science: exploring forensic science popularity to promote young people's interest in Science and Technology. Hands-on Science. Brightening our future, pages 193-196

Vennemann M. & Koppelkamm A. (2010). Post mortem mRNA profiling I: possibilities and limitations, this issue., page 76-82

Wiener, A. S. (1952). History of the rhesus blood types. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 7(4), pages 369-383

Wiener, A. S. & Landsteiner, K. (1969). History of Rh-Hr blood group system. *New York State Journal of Medicine* 69(22), pages 2915-1935

Wilusz, C. J., Wang, W. & Peltz, S. W. (2001). Curbing the nonsense: the activation and regulation of mRNA surveillance, *Genes Dev.* 15, pages 2781-2785

Anexos

Anexo 1

Protocolo para Eletroforese em gel de amido

Materiais na Toolbox

- Amostras
- “Crocodilos”
- Amido de milho
- Bicarbonato de sódio

Programa curricular:

Biologia
9º Ano



Objetivos:

- Descrever o ADN e as suas características
- Explicar como o ADN é utilizado como forma de comparação numa cena do crime, caso de paternidade, etc.,
- Utilizar a física para expor a função de um campo elétrico e ainda como ele funciona para separar as amostras por peso molecular

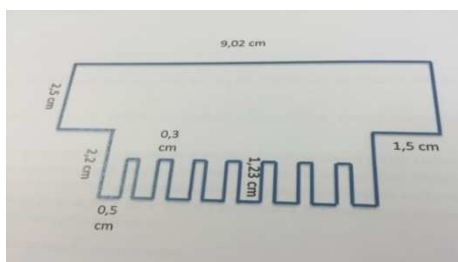
Material necessário

- Luvas
- Água Destilada
- Espátula
- Tesoura
- Pinça
- Bisturi
- Fita-cola
- Copo graduado 250 ml
- Medidor graduado 100 ml
- Vidro de relógio
- Embalagem de manteiga
- Embalagem de shampoo
- 2 cliques de metal
- Pilhas 9V
- Recipiente de plástico (12cmx18cm)
- Balança digital
- Micro-ondas

Tempo de execução: 90 minutos

Parte 1: Preparação do gel

1. Prepare o tampão de Bicarbonato de sódio, pesando 3g do mesmo num vidro de relógio e dissolva-o em 300 ml de água destilada, utilizando um medidor graduado.
2. Utilizando a embalagem de shampoo prepare o pente, para criar os poços no gel, usando as medidas da imagem seguinte.



3. Prepare a moldeira para o gel usando a embalagem de manteiga. Com uma tesoura corte os cantos da embalagem até ao fundo da mesma.
4. 1 cm à frente dos cortes realizados no ponto anterior, faça dois cortes de aproximadamente 2 cm um no lado direito e outro esquerdo, de um dos lados da embalagem. Estes cortes serão necessários para que o pente encaixe na moldeira.



5. Utilizando a tampa da embalagem de manteiga, corte um retângulo com 6cm de largura e 8 cm de comprimento e outro com 6cm por 2cm. Estes retângulos funcionarão como alisadores do gel.
6. Com fita-cola cubra os cantos da embalagem de forma a garantir que o gel não sairá por lá.
7. Transfira 60 ml de tampão de bicarbonato de sódio, anteriormente preparado, para o medidor graduado.
8. Pese 7.8g de amido de milho para um copo de vidro e misture com 30 ml de tampão de bicarbonato de sódio. Quando estiver dissolvido, adicione os restantes 30 ml.
9. Coloque a mistura no micro-ondas por 30 segundos e misture com uma espátula. Repita o processo por mais 4 vezes parando o micro-ondas de cada vez que a mistura ferver.



Atenção: Para este passo use luvas protetoras pois o copo poderá ficar muito quente quando aquecido no micro-ondas.

10. Coloque a mistura na embalagem de manteiga espalhando-a uniformemente. Com a espátula alise-a.
11. Coloque o pente nos cortes efetuados previamente.
12. Cuidadosamente, por cima do gel, coloque os alisadores preparados anteriormente.
13. Leve a embalagem ao congelador por 25 minutos a -20°C.

14. Depois de retirar o gel do congelador, remova cuidadosamente o pente e os alisadores. Se necessário coloque tampão com uma pipeta para facilitar a retirada de ambos.
15. Com um bisturi corte a fita-cola dos cantos e tenha a certeza que o gel não está colado aos lados da embalagem.
16. Com uma pipeta molhe o fundo do gel com tampão de bicarbonato de sódio de forma a facilitar a introdução do maior alisador para que seja possível retirar o gel da moldeira.

Parte 2: Carregar e correr as amostras

1. Corte 6 pequenos quadrados (0.3 cm x 0.3 cm) de papel de impressora.
2. Dobre os cliques de metal galvanizado de forma a se fixarem (com ajuda de fita-cola) no recipiente de plástico. Garanta que os cliques estão a pelo menos 1.5cm do gel.

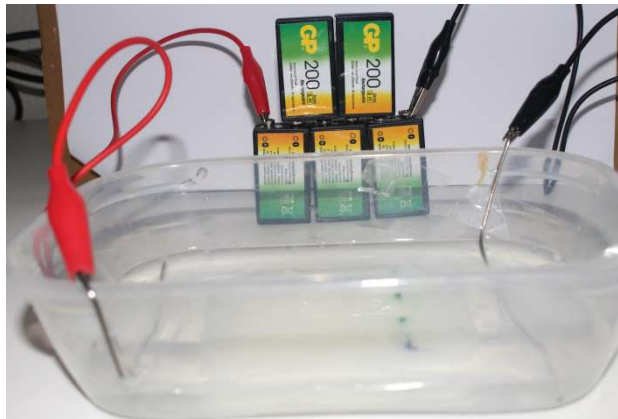


3. Com a pinça coloque os quadrados de papel, embebidos nas amostras, em cada um dos poços.



Atenção: Depois de cada colocação limpe a pinça com álcool para garantir que não existe contaminação.

4. Encha cuidadosamente o recipiente com tampão de bicarbonato de sódio para que o gel fique submerso. Não coloque o tampão diretamente sobre o gel pois pode fazer com que as amostras saiam dos poços.
5. Ligue as cinco pilhas de 9V entre si.
6. Ligue os “crocodilos” às pilhas garantindo que mantém o Pólo positivo ligado no lado oposto aos poços e o lado negativo no eletrodo do lado dos poços.



7. Dentro de alguns minutos será possível ver a migração das amostras pelo gel em direção ao Pólo positivo. Continue a observar o progresso até ser possível distinguir as bandas.
8. Registe os resultados.

Anexo 2

Protocolo para Teste da Fenolftaleína ou Método de Kastle-Meyer

Material da Toolbox

- Cotonetes
- 2 Amostras desconhecidas
- Solução de Kastle-Meyer

Programa curricular:

Biologia e Química
9º Ano



Objetivos:


- Descrever a composição do sangue
- Explicar as funções das células sanguíneas
- Descrever como revelar a presença de sangue

Materiais necessários

- Luvas
- Mascaras de laboratório
- Garrafa graduada de 250 ml
- Tubo falcon de 50 ml
- Garrafa de vidro opaca de 250 ml
- Água destilada
- Hidróxido de sódio
- Pó de fenolftaleína
- Álcool a 100%
- Álcool a 96%
- Pó de zinco
- Placa de aquecimento
- Peróxido de hidrogénio a 3%
- 2 Amostras conhecidas (pedaço de roupa com mancha de sangue e de ketchup)

Tempo necessário:

Teste de Kastle-Meyer – 60 minutos

Reagentes	Hazard	
Fenolftaleína		Cancerígeno Mutagénico Reprotóxico
Hidróxido de sódio		Corrosivo
Zinco metálico	 	Inflamável Tóxico para o ambiente
Álcool		Inflamável

Parte 1: Preparação do reagente de Kastle-Meyer

1. Coloque os óculos de proteção, luvas e protetores de roupa.
2. Transfira 90 ml de água destilada para uma garrafa graduada.
3. Num vidro de relógio, pese 20g de hidróxido de sódio e adicione-o à garrafa em pequenas quantidades. Mexa a solução até que o pó se dissolva e a mesma se torne fria.



Atenção: este processo é muito exotérmico. É necessário um recipiente com água fria que envolva a garrafa para arrefecer a solução.

4. Pese 1g de pó de fenolftaleína e adicione-o a um tubo de falcon juntamente com 10 ml de álcool. Misture até o pó se dissolver.
5. Adicione solução de hidróxido de sódio à mistura preparada.
6. Pese 20g de pó de zinco e deposite-o na garrafa.
7. Coloque a garrafa numa placa de aquecimento e aqueça a solução até perto do ponto de ebulição.



Atenção: este processo deve ser realizado numa hotte, devido aos vapores que são libertados.

8. Reduza o calor permitindo que a solução ferva e passe de rosa choque para incolor (ou amarela pálida).
9. Depois de a solução ficar incolor remova a garrafa do calor para permitir que a mesma arrefeça à temperatura ambiente.
10. Transfira cuidadosamente a solução para uma garrafa de vidro opaca e identifique-a como “Reagente Kastle-Meyer”. Não transfira o pó de zinco.



Atenção: zinco em pó é inflamável. Descarte a solução no lavatório com água abundante.

Esta solução mantém-se estável durante vários meses se for guardada à temperatura ambiente e até um ano se refrigerada.

Parte 2: Identificação de manchas de sangue numa cena do crime

1. Obtenha um pedaço de roupa manchado com sangue verdadeiro (controlo positivo) e com *Ketchup* (controlo negativo). Antes de proceder ao teste é necessário verificar se todos os reagentes estão a funcionar devidamente. Se o resultado não for o esperado, significa que algum dos reagentes está a funcionar erradamente e precisará de os substituir.


2. Coloque as luvas e proteção para a roupa.
3. Molhe o cotonete em duas gotas de álcool 96% e esfregue cuidadosamente na mancha de sangue.
4. Deposite três gotas da solução de Kastle-Meyer no cotonete.
5. Deposite três gotas de peróxido de hidrogénio no cotonete.
6. Se sangue estiver presente aparecerá a coloração rosa choque em poucos segundos.
7. Utilizando cotonetes limpos, repita os passos 3 a 6 para as manchas de *ketchup* e para as desconhecidas.
8. Registe os resultados na tabela 1.







Tabela 1 – Tabela de resultados.

Manchas	Resultados	Interpretação de resultados
Mancha de sangue (controlo positivo)		
Ketchup (Controlo negativo)		
Amostra desconhecida 1		
Amostra desconhecida 2		

Anexo 3

Protocolo para Classificação sistema AB0 com sangue artificial

Materiais da Toolbox <ul style="list-style-type: none"> – Sangue artificial da vítima – Sangue artificial da cena do crime – Sangue artificial do suspeito 1 – Sangue artificial do suspeito 2 – Sangue artificial do suspeito 3 – Antissoro A artificial – Antissoro B artificial – Antissoro Rh artificial – Placas com poços de sangue – Palitos 	Material necessário <ul style="list-style-type: none"> – Luvas – Óculos de segurança – Protetor de roupa – Tubos de falcon 50 ml – Vidro de relógio – Espátula – Copo graduado de 100 ml – Medidor de 100 ml – Recipientes conta-gotas – Marcador permanente – Cloreto de sódio (NaCl) – Nitrato de bário ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$) – Nitrato de prata (AgNO_3) – Silicato de sódio (Na_2SiO_3) – Corante alimentar vermelho – Corante alimentar amarelo – Corante alimentar azul – Corante alimentar verde – Água destilada – Balança digital
Plano curricular: Biologia 9º Ano 	
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> – Compreender classificação sanguínea AB0 – Explicar reação antígeno-anticorpo – Determinar grupo sanguíneo de amostras 	Tempo necessário: Parte 1: 30 minutos Parte 2: 20 minutos

Reagentes	Perigos
Nitrato de bário	  Perigoso Irritante Oxidante
Nitrato de prata	  Corrosivo Tóxico para o ambiente
Silicato de sódio	  Tóxico Corrosivo

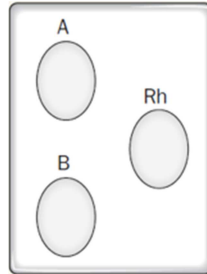
Parte 1: Preparação de sangue e antissoro artificial

1. Coloque os óculos de proteção e os protetores de roupa.
2. Para preparar o sangue artificial:
 - a. Identifique quatro tubos de falcon com “Tipo A”, “Tipo B”, “Tipo AB” e “Tipo O”
 - b. Pese 0.5M de Cloreto de sódio (NaCl) (0.73g/25 ml de água destilada) e adicione ao tubo “Tipo A”.
 - c. Pese 0.1M de Nitrato de bário ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$) (0.68g/ 25 ml de água destilada) e adicione ao tubo “Tipo B”.
 - d. Pese 0.5M de Cloreto de sódio (NaCl) (0.73g/25 ml de água destilada) e 0.1M de Nitrato de bário ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$) (0.68g/ 25 ml de água destilada) e adicione ao tubo “Tipo AB”.
 - e. Adicione 25 ml de água destilada ao tubo “Tipo O”.
 - f. Em cada um dos tubos adicione 8 gotas de corante vermelho alimentar e homogeneize lentamente.
3. Para preparar os antissoros artificiais:
 - a. Identifique três tubos de falcon com “Anti A”, “Anti B”, e “Anti Rh”.
 - b. Pese 0.1M de Nitrato de prata (AgNO_3) (0.43 g/25 ml de água destilada) e adicione ao tubo “Anti A”.
 - c. Pese 5% de Silicato de sódio (Na_2SiO_3) (2.17g/25 ml de água destilada) e adicione ao tubo “Anti B”.
 - d. Pese 0.1M de Nitrato de prata (AgNO_3) (0.43 g/25 ml de água destilada) e adicione ao tubo “Anti Rh”.
 - e. Ao tubo “Anti A” adicione 1 gota de corante azul alimentar. Ao tubo “Anti B” adicione 4 gotas de corante amarelo alimentar. Ao tubo “Anti Rh” adicione 2 gotas de corante verde alimentar. Agite cuidadosamente.
4. Transfira o sangue artificial e os antissoros para um recipiente conta-gotas previamente identificado.

Parte 2: Identificação de grupos sanguíneos e amostras desconhecidas de uma cena do crime

1. Coloque as luvas e roupa protetora.
2. Identifique com um marcador permanente as cinco placas da seguinte forma:
 - a. Placa 1: Cena do crime
 - b. Placa 2: Vitima
 - c. Placa 3: Suspeito 1

- d. Placa 4: Suspeito 2
 - e. Placa 5: Suspeito 3
3. Designe também as placas da seguinte forma:



- 4. Para determinar o grupo sanguíneo do sangue encontrado na cena do crime, coloque 3 gotas de sangue artificial em cada um dos poços A, B e Rh da Placa 1.
- 5. Repita o processo para cada um dos suspeitos 1, 2, 3 e vítima.
- 6. Coloque 3 gotas de Antissoro A nos poços designados por A.
- 7. Adicione 3 gotas de Antissoro B nos poços designados por B.
- 8. Adicione 3 gotas de Antissoro Rh nos poços designados por Rh.
- 9. Use 3 palitos por placa. Misture o antissoro com o sangue artificial durante 30 segundos. Para evitar salpicos não pressione muito a placa com o palito.
- 10. Observe cada placa e registre os seus resultados. Baseado na aglutinação determine e registre o grupo sanguíneo.

Possíveis resultados:

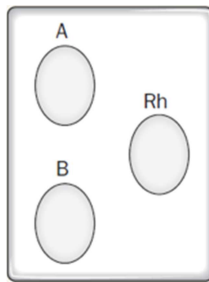


Aglutinação



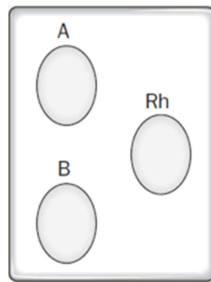
Sem aglutinação

Suspeito 1



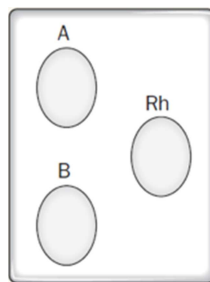
Grupo Sanguíneo:

Suspeito 2



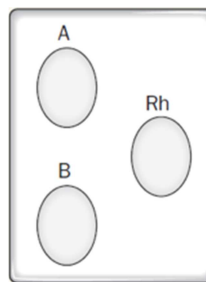
Grupo Sanguíneo:

Suspeito 3



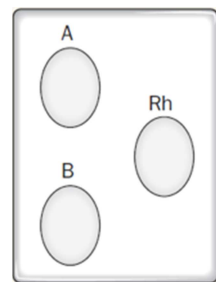
Grupo Sanguíneo:

Cena do crime



Grupo Sanguíneo:

Vítima



Grupo Sanguíneo:

Anexo 4

Protocolo de Padrões em manchas de sangue artificial

Materiais na Toolbox

- 3 Recipientes conta-gotas com sangue artificial

Plano curricular:

Biologia, Física e Matemática

9º Ano



Objetivos:

- Explicar como são formados os padrões de sangue após o impacto de um objeto
- Como usar medições de ângulos para descobrir o ponto de origem do impacto

Tempo necessário:

- Parte 1: 15 minutos
- Parte 2: 20 minutos
- Parte 3: 45 minutos
- Parte 4: 45 minutos

Material necessário

- Óculos de proteção
- Luvas
- Roupas protetoras
- Folha A4 dividida a meio (14 x 21 cm aproximadamente)
- Fita métrica
- Craveira ou Régua
- Papel de jornal
- Papel de impressora
- Papel A3 (420 mm x 297 mm)
- Tesoura
- Esponja
- Cadeira
- Martelo
- Colher
- Recipiente conta-gotas
- Cartão liso
- Fita-cola
- Transferidor
- Calculadora
- Balança digital
- Amido de milho
- Tubo falcon 50 ml
- Água
- Caramelo líquido
- Corante vermelho alimentar
- Corante verde alimentar

Parte 1: Criar sangue artificial

1. Use uma balança digital para pesar 12g de amido de milho para um tubo de falcon de 50ml.
2. Misture 30 ml de água e misture com uma colher.
3. Adicione 12 ml de caramelo líquido e misture vigorosamente.

4. Adicione 20 gotas de corante vermelho alimentar.
5. Misture 4 gotas de corante verde alimentar e agite até a cor ficar consistente.
6. Transfira o sangue artificial para um recipiente conta-gotas.

Parte 2: Relacionar diâmetro da gota de sangue com a altura a que for depositada

1. Colocar as luvas e roupa protetora.
2. Espalhe papel de jornal no chão para proteger a área de trabalho.
3. Preparar as folhas brancas para serem usadas na atividade, cortando em metade folhas A4 (aproximadamente 14 x 21 cm)
4. Marcar o canto direito de cada folha com a altura a que vai ser depositada a gota.
5. Colocar a folha em cima do papel de jornal.
6. Usar a fita métrica para medir a distância do conta-gotas até ao papel.
7. Segure a fita métrica na vertical, a 25 cm do chão e deposite duas gotas, espaçadas, no papel.
8. Repita os passos 4 a 7 para as alturas 50, 100, 150, 200 e 220 cm.
9. Permita que as gotas sequem. Não remova as folhas enquanto as gotas não estiverem secas (aproximadamente 20 minutos). Quando mover as folhas não as vire pois o sangue vai ser afetado pela gravidade.
10. Use a craveira ou a régua para medir o diâmetro de cada gota de sangue e registre os resultados na tabela 2.
11. Determine a média de cada gota e registre os resultados na tabela 2.

Tabela 2 – Efeito da altura no diâmetro da gota de sangue.

Altura da deposição (cm)	Diâmetro da gota (cm)	Diâmetro da gota (cm)	Média do diâmetro da gota (cm)
25			
50			
100			
150			
200			
220			

Parte 3: Estudo dos diferentes ângulos de impacto de gotas de sangue

1. Coloque as luvas e roupa protetora.
2. Prepare folhas de papel de impressora de tamanho A4 divididas em partes iguais (aproximadamente 15 x 21 cm)
3. Prepare 9 cartões diferentes, cortando cartões lisos de 17 x 22 cm.
4. Marque a folha com o ângulo de impacto que irá usar.
5. Com um clipe metálico segure a folha ao cartão.
6. Utilizando dois eixos como suporte, coloque fita-cola de embalagem de um eixo ao outro e fixe o cartão à fita-cola para o manter em posição.

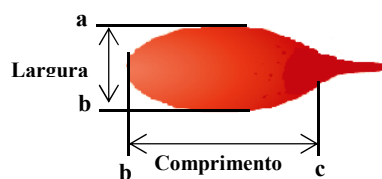


- a. Coloque o transferidor na marca zero no fim do cartão com a folha, em contacto com a base.
- b. Para calcular o angulo de impacto esperado, coloque o transferidor a 90º menos o ângulo escolhido (exemplo, $90 - 10 = 80$).



7. Comece com o ângulo de 10º.
8. A 30 cm de altura deixe cair duas gotas de sangue artificial na folha.
9. Enquanto a primeira folha está a secar, prepare a segunda folha no cartão e repita os passos 5 e 6 para o ângulo seguinte.
10. Permita que as folhas sequem completamente (aproximadamente 20 minutos).

11. Meça a largura e o comprimento em milímetros como indicado em baixo. Descarte a cauda da gota para as medições.



12. Determine o valor de R dividindo a largura e o comprimento das gotas de sangue.
13. Com a calculadora, determine o ângulo de impacto real baseado no padrão de sangue:

$$\text{Ângulo de impacto} = \sin^{-1} \frac{\text{Largura}}{\text{Comprimento}}$$

14. Registe os resultados na Tabela 3.

Tabela 3 – Tabela de resultados.

Ângulo de impacto esperado	Comprimento (mm)			Largura (mm)			R=L/C	Ângulo de impacto real
	1ª Gota	2ª Gota	Média das gotas	1ª gota	2ª gota	Média das gotas	Média L/C	
10°								
20°								
30°								
40°								
50°								
60°								
70°								
80°								
90°								

Parte 4: Investigação da cena do crime

1. Crie uma cena do crime usando sangue artificial.
 - a. Encontre um local onde pode executar os padrões de sangue sem danificar ou sujar outros materiais. Cubra a zona com folhas A3.



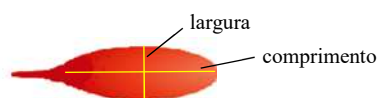
- b. Marque no papel com um "X" o ponto que dista 45 cm da parede.
 - c. Coloque as luvas de latex e adicione, aproximadamente, 9 ml de sangue artificial na extremidade da esponja ou material similar.



- d. Coloque os óculos de segurança.
 - e. Coloque a esponja embebida em sangue artificial na marca "X", a uma altura de 45 cm e atinja-a com um martelo. Este procedimento deve resultar num padrão visível no papel.
 - f. Deixe o padrão secar completamente.
2. Coloque as suas luvas e roupa protetora.
3. A partir de várias gotas de sangue, determine o ponto de origem:
 - a. Identifique as 6 gotas de sangue principais.
 - b. Determine a direção de cada uma das gotas, localizando a sua cauda.

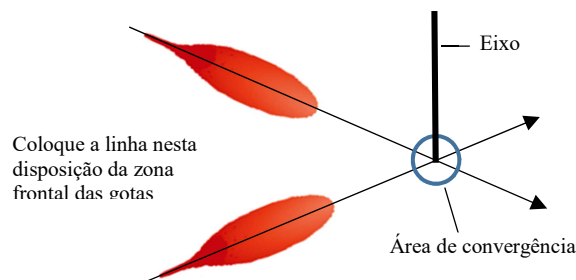


- c. Determine o ângulo de impacto das gotas de sangue. Para calcular o ângulo de impacto vai precisar de utilizar a regra dos senos. Lembre-se que quando medir o comprimento da gota de sangue não pode incluir a pequena extensão da cauda.

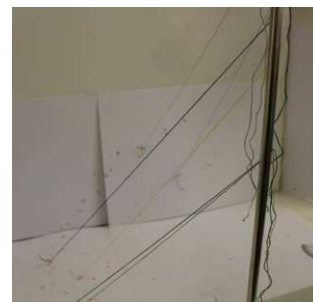
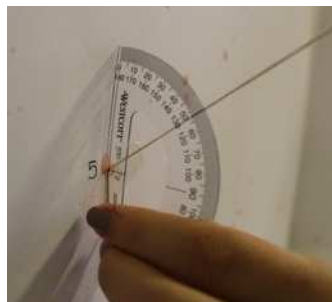


$$\text{Ângulo de impacto} = \sin^{-1} \frac{\text{largura}}{\text{comprimento}}$$

- d. Use fios e desenhe uma linha pelo meio do eixo mais longo da gota no sentido oposto à direção que a gota se estava a mover.
- e. Comece por colocar a linha junto ao início da gota (perto da cauda) e segure-a com fita-cola.
- f. Onde todas as linhas convergirem (área de convergência) coloque um eixo a 90º relativamente às gotas.



- g. Coloque o transferidor no fio previamente colado com fita-cola na zona frontal da gota.



- h. Eleve o fio até corresponder ao ângulo de impacto determinado anteriormente.
- i. Fixe o fio ao eixo colocado na área de convergência.

Anexo 5

Protocolo para extração e estudo das próprias impressões digitais

Materiais na Toolbox

- Lupa
- Fita-cola transparente
- Cartões de identificação
- Cartões de recolha
- Almofada de tinta

Material necessário

- Lápis
- Papel branco

Plano Curricular:

Biologia
9º Ano



Objetivos:

- Explicar como são colhidas as impressões digitais numa cena do crime
- Descrever as características das impressões digitais
- Identificar os tipos básicos das impressões digitais
- Determinar como é possível fazer a correspondência de uma impressão digital conhecida com uma recolhida num local do crime

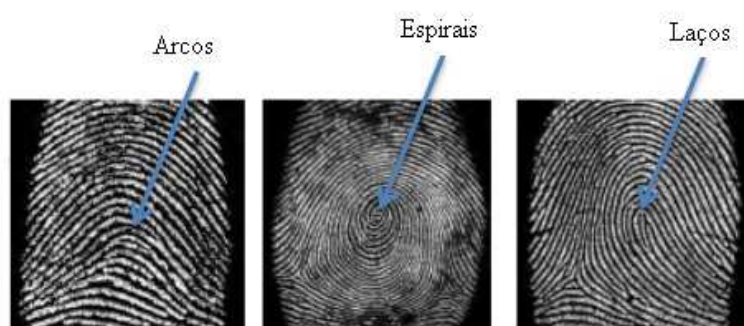
Tempo necessário: 60 minutos

Parte 1: Revelar impressões digitais com pó de grafite de um lápis

1. Risque um papel branco com um lápis de forma a criar uma banda de grafite com 5 a 7 centímetros.
2. Esfregue o dedo indicador ao longo da banda de grafite gentilmente de um lado para o outro até toda a zona da impressão digital estar coberta.
3. Coloque, com cuidado, a fita-cola transparente no dedo com grafite.
4. Remova, gentilmente, a fita-cola.
5. Cole a fita-cola no cartão de recolha.
6. Examine a impressão digital com a lupa.
7. Compare a impressão digital com as imagens tipo.
8. Identifique na impressão digital os padrões tipo (laço, arco ou espiral).

Parte 2: Use uma almofada de tinta

1. Esfregue o dedo indicador direito na almofada de tinta, de um lado para o outro até que toda a zona da impressão digital esteja coberta com tinta.
2. No cartão de identificação pressione, cuidadosamente, na zona designada para o indicador direito.
3. Repita os passos 1 e 2 para todos os dedos.
4. Examine as impressões digitais com a lupa.
5. Compare as impressões digitais com as imagens tipo.
6. Identifique nas impressões digitais os padrões tipo (arco, laços ou espirais).



Part 3: Recolher dados dos alunos

1. Complete a tabela 4.
2. Conte o número de estudantes que tenham cada um dos três tipos de padrões e preencha a tabela 4.

Tabela 4 – Recolha de dados da turma.

	Laço	Espiral	Arco
Número de estudantes com o padrão			
Tamanho total da turma (O valor será igual para cada coluna)			
Porcentagem de estudantes com padrão (Divida o número de estudantes com padrão X pelo número total da turma, depois multiplique por 100%)			
A literatura diz que a percentagem normal será de	65%	30%	5%

Protocolo para revelação e extração de impressões digitais com pó de grafite

Material na Toolbox

- Lupa
- Fita-cola transparente
- Cartões de recolha
- Pincel de impressões digitais

Material necessário

- Luvas
- Papel de bancada ou de jornal
- Pano
- Copo de vidro ou outro material de vidro transparente
- Lápis

Objetivos:

- Explicar como são colhidas as impressões digitais numa cena do crime
- Descrever as características das impressões digitais
- Identificar os tipos básicos das impressões digitais
- Determinar como é possível fazer a correspondência de uma impressão digital conhecida com uma recolhida num local do crime

Plano curricular:

Biologia
9º Ano



Tempo necessário: 40 minutos

1. Cubra a zona de trabalho com papel de bancada ou de jornal.
2. Limpe o copo de vidro ou outro material de vidro transparente com um pano.
3. Passe o polegar pela testa ou pelo pescoço, pois são zonas normalmente mais oleosas.
4. Escolha uma zona do vidro e toque nela com o polegar. Use um pano para pegar no vidro impedindo que o mesmo seja marcado por outra impressão digital.
5. Coloque luvas e roupa protetora.
6. Parta os lapís de forma a conseguir extrair a grafite que eles possuem. Macere essa grafite e coloque num recipiente com o nome “pó de grafite”.
7. Coloque o pó de grafite sobre o vidro e com o pincel de impressões digitais gire gentilmente sobre a zona do pó, permitindo que as penas retirem o excesso. Uma impressão digital latente deverá aparecer. Continue a colocar mais pó de grafite, em pequenas porções, para tornar o mais visível possível a impressão digital.
8. Com a fita-cola transparente cubra a zona onde se encontra a impressão digital.
9. Retire a fita-cola do vidro. A este processo dá-se o nome de levantamento da impressão.

10. Examine a impressão digital com a lupa.
11. Identifique na impressão digital os padrões tipo (arco, laço ou espiral).

Protocolo para revelação de impressões digitais utilizando supercola e cristais de iodo

Material na Toolbox

- Recipientes de alumínio
- Lupa

Plano curricular:

Biologia
9º Ano



Objetivos:

- Explicar como são colhidas as impressões digitais numa cena do crime
- Descrever as características das impressões digitais
- Identificar os tipos básicos das impressões digitais
- Determinar como é possível fazer a correspondência de uma impressão digital conhecida com uma recolhida num local do crime

Material necessário

- Luvas
- Máscaras de laboratório
- Placa de aquecimento
- Recipiente de plástico, grande o suficiente para cobrir a placa de aquecimento
- Copo graduado de 100 ml
- Copo de vidro ou pedaço de vidro transparente
- Pano
- 1 g de supercola
- Água
- Cristais de iodo
- Sacos de plástico transparentes
- Folhas de papel 4 x 10 cm
- Tesoura
- Fita-cola

Tempo necessário:

Parte 1: 40 minutos
Parte 2: 10 minutos

Precauções de segurança:

Use luvas, roupa protetora e máscara de laboratório.



Cianoacrilato (supercola) é perigosa e irritante para a pele.



Os vapores de cianoacrilato podem irritar os olhos e vias respiratórias.



Os cristais de iodo são tóxicos e corrosivos. Podem manchar pele ou roupa. Os vapores de iodo são tóxicos e irritantes.

Use uma hotte ou câmara de fumo para evitar os vapores libertados pelo cianoacrilato.

Parte 1: Revelação de impressões digitais latentes com supercola

1. Limpe um copo de vidro ou outro material feito de vidro transparente com um pano.
2. Passe o polegar pela testa ou pelo pescoço, pois são zonas normalmente mais oleosas.
3. Escolha uma zona do vidro e toque nela com o polegar. Use um pano para pegar no vidro impedindo que o mesmo seja marcado por outra impressão digital.
4. Coloque as luvas e roupa protetora.
5. Encha um copo graduado com 100 ml de água.
6. Encha um recipiente de alumínio com supercola.
7. Coloque a placa de aquecimento na *hotte*. Na placa de aquecimento deposite o material de vidro, o recipiente com a supercola e o copo com água.
8. Ligue a placa de aquecimento na segunda temperatura e cubra-a com um recipiente de plástico por 30 minutos.



Atenção: Este processo deve ser realizado na *hotte* devido aos vapores libertados.

9. Depois de 30 minutos, desligue a placa de aquecimento.
10. Aguarde 5 minutos para que os vapores possam dissipar-se.
11. Examine a impressão digital com uma lupa.

Parte 2: Revelação de impressões digitais através de cristais de iodo

1. Coloque as luvas e roupa protetora.
2. Prepare folhas de papel para serem usadas nesta atividade, cortando retângulos de 4 x 10 cm.
3. Retire uma luva e passe o polegar pela testa ou pelo pescoço, pois são zonas normalmente mais oleosas.
4. Escolha uma zona do papel para tocar com o polegar. Seja cuidadoso para evitar colocar outras impressões digitais no papel.
5. Coloque, novamente, as luvas e transfira 4 pequenos cristais de iodo para um saco de plástico transparente.
6. Abra o saco para que o mesmo se encha de ar e feche-o rapidamente, selando-o com fita-cola na ponta.

7. Os cristais de iodo sofrem sublimação, enchendo o saco com vapor de iodo. Em poucos minutos será possível vislumbrar a impressão digital em tons de laranja impressa no papel.
8. Examine a impressão digital com a lupa.

Anexo 6

Questionário realizado aos professores participantes nos *workshops* realizados em Portugal, Bulgária e Reino Unido

QUESTIONÁRIO PARA PROFESSORES

OPINIÃO RELATIVA ÀS ATIVIDADES APRESENTADAS NO KIT EDUCACIONAL FORENSE

Escola: _____

País: _____

Disciplina que leciona e ano escolar: _____

Data: _____

Nome (opcional): _____

e-mail (opcional): _____

1. Achou alguma das atividades hoje apresentadas interessantes?

☐ Sim ☐ Não

2. Das atividades apresentadas, qual foi a mais interessante?

- ☐ Atividade A: É isto realmente sangue?
- ☐ Atividade B: Análise do tipo sanguíneo
- ☐ Atividade C: Escrita invisível
- ☐ Atividade D: A cor da culpa - Cromatografia
- ☐ Atividade E: Estuda as tuas impressões digitais
- ☐ Atividade F: Revelação e extração de impressões digitais com pó de grafite
- ☐ Atividade G: Revelação de impressões digitais com supercola
- ☐ Atividade H: Revelação de impressões digitais com cristais de iodo
- ☐ Atividade I: Eletroforese em gel de amido
- ☐ Atividade J: Botânica Forense

3. Mudaria algo nas atividades apresentadas?

☐ Sim ☐ Não

Se respondeu afirmativamente, o que mudaria?

4. Sugestões para os protocolos:

5. Das atividades apresentadas, quais poderão ser mais atrativas para os alunos?

- ☐ Atividade A: É isto realmente sangue?
- ☐ Atividade B: Análise do tipo sanguíneo
- ☐ Atividade C: Escrita invisível
- ☐ Atividade D: A cor da culpa - Cromatografia
- ☐ Atividade E: Estuda as tuas impressões digitais
- ☐ Atividade F: Revelação e extração de impressões digitais com pó de grafite
- ☐ Atividade G: Revelação de impressões digitais com supercola
- ☐ Atividade H: Revelação de impressões digitais com cristais de iodo
- ☐ Atividade I: Eletroforese em gel de amido
- ☐ Atividade J: Botânica Forense

6. Considerando a disciplina que lecionam, pensa que as atividades propostas podem ser parte integrante do programa curricular?

- ☐ Sim ☐ Não

7. Pensa que alguma das atividades pode melhorar a forma como leciona a sua disciplina?

- ☐ Sim ☐ Não

Se respondeu afirmativamente, diga de que forma?

8. Considerando a duração de cada atividade apresentada, pensa que é possível integrá-la numa aula comum?

- ☐ Sim ☐ Não

Se a sua resposta foi negativa, indique porquê?

9. Considerando a disciplina que leciona, tem alguma sugestão adicional de outras atividades que possam fazer parte do *Kit* Educacional Forense apresentado?

- ☐ Sim ☐ Não

Se respondeu afirmativamente, diga quais?

Obrigado pela sua colaboração